Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen

K. Giesenhagen

Unsere wichtigsten Kulturpflanzen (die Getreidegräser)

Zweite Auflage

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig



N 500:906.

Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

Übersicht nach den Autoren.

Ein ausführliches Verzeichnis befindet sich am Schluß des Buches.

Abel, Chemie in Küche und Haus.
Alkoholismus, Der, seine Wirkungen und seine Bekämpfung. 2 Bände.
Auerbach, Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre.
Biernacki, Die moderne Heilwissenschaft.
Bloch, Die ständischen u. sozialen Kämpfe.
Blochmann, Luft, Wasser, Licht u. Wärme.
Böhmer, Luther i. Lichte d. neuer. Forschg.
Böhmer-Romundt, Jesuiten.
Bonhoff, Jesus und seine Zeitgenossen.
Borinski, Das Theater.
Börnstein und Marckwald, Sichtbare und unsichtbare Strahlen.
Braasch, Religiöse Strömungen.
Bruinier, Das deutsche Volkslied.
Buchner, 8 Vorträge a. d. Gesundheitslehre.
Burgerstein, Schulhygiene.
Bürkner, Kunstpflege in Haus u. Heimat.
Busse, Weltanschauung. d. gr. Philosoph.
Eckstein, D. Kampf zwisch. Mensch u. Tier.
Franz, Der Mond.
Frech, Aus der Vorzeit der Erde.
Frentzel, Ernähr. u. Volksnahrungsmittel.
Geffcken, A. d. Werdezeit d. Christentums.
Giesebrecht, Die Grundzüge der israelitischen Religionsgeschichte.
Giesenhagen, Uns. wicht. Kulturpflanzen.
Graetz, Licht und Farben.
Graul, Ostasiatische Kunst.
Gruber, Deutsches Wirtschaftsleben.
Günther, Das Zeitalter der Entdeckungen.
Hahn, Die Eisenbahnen.
v. Hansemann, D. Aberglaube i. d. Medizin.
Hassert, Die Polarforschung.
Haushofer, Bevölkerungslehre.
Heil, D. Städte u. Bürger im Mittelalter.
Heilborn, Die deutschen Kolonien. (Land und Leute.)
Heilborn, Der Mensch.
Hennig, Einführung in d. Wesen d. Musik.
Hesse, Abstammungslehre u. Darwinismus.
Hubrich, Deutsches Fürstentum und deutsches Verfassungswesen.
Janson, Meeresforschung u. Meeresleben.
Kautzsch, Die deutsche Illustration.
Kirchhoff, Mensch und Erde.
Knabe, Geschichte d. deutsch. Schulwesens.
Knauer, Die Ameisen.
Kraepelin, Die Beziehungen der Tiere zueinander.
Krebs, Haydn, Mozart, Beethoven.
Kreibig, Die fünf Sinne des Menschen.
Külpe, Die Philosophie der Gegenwart.
Küster, Vermhrg. u. Sexualität b. d. Pflanz.
Launhardt, Am sausend. Webstuhl d. Zeit.
Loening, Grundzüge der Verfassung des Deutschen Reiches.
Lotz, Verkehrsentwcklg. i. Dtschl. 1800–1900.
Luschin von Ebengreuth, Die Münze.
Maennel, Vom Hilfsschulwesen.
Maier, Soziale Bewegungen u. Theorien.
von Maltzahn, Der Seekrieg.
Manes, Grundzüge d. Versicherungswes.
Martin, Die höh. Mädchenschule in Dtschld.
Matthaei, Deutsche Baukunst i. Mittelalt.
Merckel, Bilder aus der Ingenieurtechnik.
Merckel, Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit.
Meringer, Das deutsche Haus und sein Hausrat.
Mie, Moleküle — Atome — Weltäther.
von Negelein, Germ. Mythologie.
Oppenheim, Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit.
Otto, D. dtsch. Handwerk. — Dtsch. Frauenleb.
Paulsen, Das deutsche Bildungswesen.
Püschel, Leben und Lehre des Buddha.
Pohle, Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im 19. Jahrhundert.
von Portugall, Friedrich Fröbel.
Ranck, Kulturgesch. d. dtsch. Bauernhauses.
Rathgen, Die Japaner.
Rehmke, Die Seele des Menschen.
Richert, Schopenhauer.
von Rohr, Optische Instrumente.
Sachs, Bau u. Tätigkeit d. menschl. Körpers.
Scheffer, Das Mikroskop.
Scheid, Die Metalle.
Scheiner, Der Bau des Weltalls.
Schirmacher, Die mod. Frauenbewegung.
Schmidt, Geschichte des Weltalls.
Schumburg, Die Tuberkulose.
Schwemer, Restauration und Revolution.
Schwemer, Die Reaktion u. die neue Ära.
Schwemer, Vom Bund zum Reich.
von Soden, Palästina.
von Sothen, D. Kriegswesen i. 19. Jahrh.
Stein, Die Anfänge der menschl. Kultur.
Steinhausen, Germ. Kultur in der Urzeit.
Teichmann, Der Befruchtungsvorgang.
Tews, Schulkämpfe der Gegenwart.
Uhl, Entsteh. u. Entwickl. uns. Mutterspr.
Unold, Aufgab. u. Ziele d. Menschenlebens.
Vater, Theorie u. Bau der neueren Wärmekraftmaschinen. — Die neueren Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen. — Dampf u. Dampfmaschine.
Voges, Der Obstbau.
Volbehr, Bau u. Leben d. bildenden Kunst.
Wahrmund, Ehe und Eherecht.
Weber, Wind und Wetter.
Weber, 1848. — Von Luther zu Bismarck.
Wedding, Eisenhüttenwesen.
Weinel, Die Gleichnisse Jesu.
Weise, Schrift- u. Buchwes. i. alt. u. n. Zeit.
Weise, Die d. Volksstämme u. Landschaft.
Wilbrandt, Die Frauenarbeit.
Wislicenus, Der Kalender.
Witkowski, Das d. Drama d. XIX. Jahrh.
Wustmann, Albrecht Dürer.
Zander, Nervensystem. — Leibesübungen.
Ziegler, Allgem. Pädagogik. — Schiller.
v. Zwiedineck-Südenhorst, Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung.

Aus Natur und Geisteswelt
Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen
10. Bändchen

Unsere wichtigsten Kulturpflanzen

(die Getreidegräser)

Sechs Vorträge aus der Pflanzenkunde von

Prof. Dr. K. Giesenhagen

Zweite Auflage

Mit 38 Figuren im Text

Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig 1907

Vorwort zur ersten Auflage.

Wenn man unser liebes deutsches Vaterland nach allen Richtungen durchstreift, so findet man überall oder doch fast überall den Grund und Boden, soweit er nicht menschliche Bauwerke trägt, für die Pflanzenkultur nutzbar gemacht. Wie ein buntes Kleid setzt sich die Pflanzendecke im Tal und auf den sanften Höhen aus geradlinig begrenzten Getreide- und Gemüsefeldern zusammen. Die grünen Weiden und Grasgärten steigen mehr oder minder hoch an den Berglehnen empor. In sonnigen Lagen gedeihen der Weinstock, Hopfen und Tabak, und zwischen allen finden wir im Tal und Mittelgebirge, nicht minder auch an den Hängen des Hochgebirges den schönen deutschen Hochwald in wechselnder Größe der Bestände. Es ist wohl schwer zu entscheiden, welche von den Kulturpflanzen, denen wir in der Ebene und im Gebirge begegnen, das allgemeinste Interesse für sich in Anspruch nehmen kann. Gewiß ist es nicht minder interessant, die Lebensgeschichte der Waldbäume oder des Weinstocks zu verfolgen, die Gemüsepflanzen zu studieren oder dem Obstbau seine Aufmerksamkeit zu widmen. Stellen wir aber die Frage, welche von den vegetabilischen Pfleglingen des Menschen von größter Wichtigkeit für uns sind, so kann die Antwort nicht zweifelhaft sein: es sind die Getreidepflanzen, welche uns das Brot und das Bier und unseren wichtigsten Haustieren ihre Nahrung liefern. Sie sind es zugleich, deren Spuren wir am weitesten, bis in die ältesten Zeiten der Urgeschichte unseres Vaterlandes zurückverfolgen können. Und wenn irgend eine Erwerbstätigkeit durch ehrwürdiges Alter zugleich und durch tatkräftiges Wirken in der Gegenwart unsere Achtung verdient, so ist es der Getreidebau.

So mag es berechtigt erscheinen, daß die Getreidepflanzen und ihr Anbau zum Thema für die sechs volkstümlichen Vorträge gewählt wurden, die den Inhalt des Büchleins bilden.

Es handelt sich aber in der folgenden Darstellung nicht allein um eine Schilderung der Getreidepflanzen, sondern die Darstellung des Körperbaues und der Entwicklung und Verrichtung der Organe der Getreidegräser soll zugleich dem Leser allgemeinere botanische Kenntnisse vermitteln; die Schilderung der Geschichte des Getreidebaues soll einen Ausblick gewähren auf die kulturgeschichtliche Entwicklung des Menschengeschlechtes überhaupt und besonders unserer germanischen Vorfahren.

Die Vorträge wurden zuerst im Winter 1897 vor einer zahlreichen Zuhörerschaft gehalten. Ihre Anlage und Ausgestaltung sind im Druck nur unwesentlich verändert worden. Von den zahlreichen Demonstrationen, welche die Vorträge begleiteten, sind die wichtigsten durch Abbildungen ersetzt.

Wenn das Büchlein bei den Lesern gleiches Interesse und gleichen Beifall erwirbt, dessen die Vorträge bei der Zuhörerschaft sich erfreuten, so wird der Verfasser für die aufgewendete Mühe reichlich entschädigt sein.

Geschrieben an Bord des Lloyddampfers „Preußen" auf der Reise nach Java.

26. Juli 1899.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Der Natur des Stoffes entsprechend konnte der Text der ersten Auflage fast unverändert dem Neudruck zugrunde gelegt werden. Nur in den Angaben über die Brandkrankheiten erforderte die Brefeldsche Entdeckung überwinternden Mycels einige Änderungen. Im übrigen ist es hauptsächlich mein Bestreben gewesen, fremde Wörter durch deutsche zu ersetzen und auch sonst den Ausdruck nach Möglichkeit gemeinverständlich zu gestalten. Die prompte, sachgemäße und treffliche Erledigung aller Maßnahmen bei der Neuauflage, die von der Entschließung und von der Mitarbeit der Verlagsbuchhandlung abhängig waren, verdient das rühmlichste Lob.

München, 1. Dezember 1906.

K. Giesenhagen.

Inhaltsverzeichnis.

Verzeichnis der Abbildungen.

Erster Vortrag.

Die Pflanzenwelt steht zu dem menschlichen Leben in gar mannigfaltiger Beziehung. Schon das kleine Kind, das kaum vom Mutterarm herabgestiegen ist, um die ersten selbständigen Schritte zu machen, greift jauchzend, mit unsicheren Händchen nach den weißen Blumensternen, die ihm aus dem grünen Rasen entgegenlachen. Das Backfischchen findet unter ihnen sein Liebesorakel. Der Jüngling „sucht das Schönste auf den Fluren, damit er seine Liebe schmückt"; für die Braut ist der Myrtenkranz der sinnigste Schmuck an ihrem Ehrentage. Der jungen Mutter senden wir mit unserem Glückwunsch einen zierlichen Blumenstrauß, und auf das Grab unserer lieben Toten legen wir als ein Zeichen unserer nie verwelkenden Liebe den Immortellenkranz. All unsere Feste helfen die Pflanzen uns feiern. Zu Ostern liefert uns der Weidenbaum seine Palmkätzchen, Pfingsten ist das Fest der Maien, und ein deutsches Weihnachtsfest ist fast undenkbar ohne den grünen Tannenbaum im festlichen Lichterschmuck. Und nicht bloß Zier und Tand verdanken wir den Gewächsen. Sie helfen uns auch unsere Häuser bauen, sie geben uns und unseren Hausgenossen Nahrung und Kleidung.

Kein Wunder ist es denn auch, daß die Botanik, die Wissenschaft der Pflanzenkunde, von jeher für eine Scientia amabilis gegolten hat, d. h. für eine Wissenschaft, die jedem Freude machen muß. Die Zahl derjenigen, welche sich neben ihrer Berufsarbeit zu ihrem Vergnügen mit der Pflanzenkunde beschäftigen, ist bedeutend größer als die Zahl der Liebhaber in irgend einer anderen Naturwissenschaft, und das Maß der botanischen Kenntnisse, welches aus den Gelehrtenstuben in das Publikum gedrungen ist, darf nicht gering angeschlagen werden.

Aber es ist doch im allgemeinen nur eine ganz bestimmte Richtung der botanischen Wissenschaft, welche von den Pflanzen-

freunden gepflegt wird. Man sucht die Pflanzen in Wald und Flur auf, um mit Hilfe von gedruckten Tabellen ihren Namen zu bestimmen. Man legt Sammlungen von getrockneten Pflanzen an. Man macht Aufzeichnungen über das Vorkommen der selteneren Arten und sucht über die Beziehungen zwischen den Pflanzen und ihren Standorten Anhaltspunkte zu gewinnen; man beachtet den Zeitpunkt des Laubausbruches, der Blüte, der Frucht bei den einzelnen Arten in den aufeinanderfolgenden Jahren. Kurz, man sucht die einzelnen Gewächse in ihrer äußeren Erscheinung kennen zu lernen.

So sehr nun auch ein solches Bestreben geeignet ist, die Freude an der schönen Gotteswelt zu wecken und zu unterhalten, und so wertvolle Beiträge auch für die Wissenschaft die Arbeit des einzelnen auf diesem Wege, wenn sie gewissenhaft durchgeführt wurde, zu liefern vermag, eine volle Erkenntnis des pflanzlichen Lebens können wir durch diese Art der Beschäftigung mit der Pflanzenkunde allein nicht erlangen. In der wissenschaftlichen Botanik wird das Sammeln und Bestimmen der Pflanzenarten, das Erforschen ihres Vorkommens und ihrer Verbreitung als Floristik bezeichnet. Die Floristik bildet einen Teil der speziellen oder systematischen Botanik, welche die Beschreibung und Klassifizierung aller Gewächse zur Aufgabe hat. Gegenüber der Systematik steht als zweites Hauptgebiet der botanischen Wissenschaft die allgemeine Botanik, welche es mit den allgemeinen Gesetzen des Aufbaues und der Lebensverrichtungen des Pflanzenkörpers zu tun hat. Die allgemeine Botanik zeigt uns, welche Aufgaben die einzelnen Teile und Glieder des Pflanzenkörpers zu erfüllen haben und in welcher Beziehung die Form der Glieder zu ihrer Arbeitsleistung steht, sie zeigt uns, wie der Pflanzenkörper in seinem Innern beschaffen ist und welche Lebensvorgänge sich in seinem Innern abspielen. Sie will uns die Nahrungsbedürfnisse der Pflanze kennen lehren und das Spiel der Kräfte, aus dem alle Lebensäußerungen des Pflanzenkörpers zu erklären sind, sie unterrichtet uns auch über die wunderbaren Vorgänge, auf denen im Pflanzenreiche die Hervorbringung neuer Pflanzenkörper, die Erzeugung einer Nachkommenschaft beruht.

Wir dürfen wohl behaupten, daß trotz der Vorliebe des Publikums für botanische Studien dennoch selbst die wichtigsten und allgemeinsten Lehren der allgemeinen Botanik weiten Kreisen unbekannt geblieben sind. Jedes Kind wird uns richtige Ant-

wort geben, wenn wir fragen, wozu braucht der Frosch seine Beine oder seine Augen, oder welche Arbeit hat sein Herz zu verrichten. Wenn wir aber die Frage stellen: Wozu braucht der Baum seine Blätter? so dürfte gar mancher Erwachsene eine richtige Antwort schuldig bleiben. Es könnte deshalb wohl nicht als ein überflüssiges Werk erscheinen, wenn ein Fachmann es unternähme, die wichtigsten Lehren der allgemeinen Botanik in einer leichtverständlichen Sprache einem größeren Kreise vorzutragen. Aber ein altes, wahres Sprichwort sagt: „Lehre ist trocken Brot, Beispiel ist Muttermilch." Wohl nur wenige würden einer Reihe von Vorträgen Geschmack abgewinnen, in denen die Lehrsätze einer Wissenschaft, wenn auch in allgemein verständlicher Sprache, so doch in strenger Entwicklung vorgetragen würden. Ich will deshalb einen anderen Weg verfolgen, um an meinem Teil an der Verbreitung allgemeiner Kenntnisse über den Bau und das Leben der Gewächse beizutragen Ich will Sie unterhalten über einige wenige Gewächse, über unsere wichtigsten Kulturpflanzen, die Getreidegräser; und indem ich über diese Pflanzen das Interessante und Wissenswerte berichte, will ich an ihnen ein Beispiel gewinnen, um auch die allgemeinen Fragen Ihrem Verständnisse näher bringen zu können.

Bevor wir uns an die Besprechung der einzelnen Pflanzenarten begeben, die wir zum Gegenstand der Darstellung gewählt haben, ist es nötig, daß wir einen Blick auf den Bau des Pflanzenkörpers im allgemeinen werfen. Wir werden dabei Gelegenheit haben, uns über die Bedeutung einiger Ausdrücke zu verständigen, welche wir später bei der speziellen Schilderung der einzelnen Gewächse verwenden müssen. Um unsere Aufgabe nicht zu schwierig zu gestalten, werden wir uns bei dieser allgemeinen Betrachtung beschränken auf diejenigen Formen, welche in unserer täglichen Umgebung unsere Aufmerksamkeit am meisten auf sich ziehen, nämlich auf die Blütenpflanzen oder Samenpflanzen. Neben ihnen umfaßt das Pflanzenreich noch die große Gruppe der Blütenlosen oder Sporenpflanzen, zu welcher die Pilze und Flechten, die Algen und Moose und Farne gehören. Für die wissenschaftliche Botanik sind zwar die hierher gehörenden Pflanzenformen von ganz besonderer Bedeutung, sie treten aber in ihren Beziehungen zum menschlichen Leben gegenüber den Samenpflanzen sehr zurück. In dem Abschnitt über die Krankheiten

unserer Getreidegräser werden wir übrigens später noch Gelegenheit haben auch auf das Gebiet der Sporenpflanzen einen Blick zu werfen.

Wir richten also zunächst unsere Aufmerksamkeit auf die Blütenpflanzen in unserer Umgebung, auf die Pflanzen, welche wir auf unseren Blumentischen und in unseren Gärten ziehen, welche den Schmuck öffentlicher Anlagen bilden, welche uns in Wald und Flur mit ihrem Grün und mit ihren farbigen Blüten erfreuen. Tritt uns auch hier auf den ersten Blick eine verwirrende Mannigfaltigkeit der Formen entgegen, so läßt sich doch verhältnismäßig leicht ein Grundplan erkennen, nach dem der Körper aller Blütenpflanzen übereinstimmend aufgebaut ist. Der Eichbaum, der Rosenstrauch, die Lilie, das Gras des Rasens, — sie alle haben einen unterirdischen Teil, die Wurzel, und einen oberirdischen Teil, den Sproß; und bei allen können wir am Sproß die einfache oder verzweigte Sproßachse unterscheiden, an welcher die Laubblätter und die Blüten entspringen.

Die wichtigsten Organe der Blütenpflanzen sind also die Wurzel und der Sproß, und der letztere läßt bei allen Blütenpflanzen eine Gliederung in Sproßachse, Laubblätter und Blüten erkennen. Die Gestalt, welche diese Organe des Pflanzenkörpers bei den einzelnen Gewächsen aufweisen, kann außerordentlich verschieden sein. Die Formen, welche auch nur eines der Glieder, z. B. das Laubblatt, bei den verschiedenen Pflanzenarten annehmen kann, sind so zahlreich und so mannigfaltig, daß der Versuch, sie alle beschreibend darzustellen, ganze Bände füllen würde, und sicherlich würde eine solche rein formale Darstellung der wechselvollen Gestalten für das Verständnis dieses Formenreichtums nur wenig beitragen können. Wir werden später versuchen, auf andere Weise einen roten Faden zu gewinnen, der uns leicht und sicher durch die abwechslungsreiche Formenmenge leitet, indem wir die Beziehungen kennen lernen, welche zwischen der Form der Organe einerseits und ihrer Leistung im Lebensgange der ganzen Pflanze andererseits bestehen.

Die Wurzel der Pflanzen ist in der Regel im Boden verborgen und wir können also wohl sagen, daß die Wurzel die Beziehungen der Pflanze zu ihrem Standort zu vermitteln hat. Vor allen Dingen sind es zwei wichtige Aufgaben, die

die Wurzel zu erfüllen hat, nämlich einmal die Befestigung der Pflanze an ihren Wohnort und dann die Versorgung derselben mit Wasser und Nährstoffen vom Boden her. Diesen beiden Funktionen ist in Gestalt und Bau der Wurzel immer in ganz bestimmter Weise Rechnung getragen. Die Wurzel dringt nach abwärts in den Boden ein und befestigt sich, indem sie mit den kleinen Gesteinsteilchen, aus denen der Erdboden besteht, in innige Berührung tritt, sie entwickelt nahe an ihrer Spitze einen Filz feiner Haare, welche mit den Bodenteilchen verwachsen, und welche Wasser aus dem Erdreich in sich aufsaugen.

Bei wenigen Gewächsen bleibt die Wurzel ein völlig einfacher zylindrischer Strang, sehr häufig verzweigt sie sich, indem aus ihren Flanken Seitenwurzeln hervorbrechen, welche in Bau und Leistung der Hauptwurzel ähnlich sind. Indem die Seitenwurzeln von der Hauptwurzel aus schräg abwärts nach unten dringen, verankern sie den Pflanzenkörper sicher im Erdreich, und indem sie ihrerseits Seitenwurzeln höherer Ordnung aus sich hervorgehen lassen, bildet sich ein weit ausgreifendes Wurzelsystem, wie es zahlreichen Gewächsen eigentümlich ist.

Die Ausdehnung des Wurzelsystems im Erdboden kommt selbstverständlich auch der zweiten Hauptleistung der Wurzel, der Aufnahme von Wasser und Nährstoffen, zunutze. Indem die fortwachsenden Wurzelspitzen sich im Erdreich fortschieben, werden sie instand gesetzt, aus immer neuen, noch nicht ausgesaugten Teilen des Bodens die nötigen Nährstoffe für die Pflanze zu entnehmen.

So einfach nun auch die Arbeitsleistungen sind, welche die Wurzel am Pflanzenkörper zu verrichten hat, so können doch die äußeren Umstände, unter denen die Wurzel ihre Arbeit leisten muß, sehr verschieden sein, und darauf beruht zum großen Teil die Verschiedenheit der Wurzelbildung bei den verschiedenen Pflanzenarten. In einem sehr durchlässigen Boden, dessen oberflächliche Schichten im heißen Sonnenbrande leicht alle Feuchtigkeit verlieren, würde eine Pflanze mit einem flach ausgebreiteten Wurzelsystem schnell durch Vertrocknen zugrunde gehen, dort finden aber tiefwurzelnde Gewächse, deren Wurzelsystem bis zu dem tief gelegenen Grundwasserspiegel hinabzusteigen vermag, noch günstige Ernährungsbedingungen. In einem sumpfigen, mit Feuchtigkeit stets reichlich durchtränkten Boden würde dagegen

dem in die Tiefe gehenden Wurzelwerk einer solchen Pflanze die Atemluft fehlen, es müßte absterben, und die des Wurzelsystems beraubte Pflanze wäre dem Untergange verfallen. Dort werden also flachwurzelnde Gewächse im Vorteil sein. Die Pflanzen, welche auf den Geröllhalden oder in den Rissen und Spalten der Hochgebirgsfelsen angesiegelt sind, bedürfen eines andern Wurzelsystems als diejenigen, welche im nahrungsreichen Humus der Talsohle gedeihen. Ein einjähriges Pflänzchen, dessen Stamm sich nur zu geringer Höhe über die Bodenoberfläche erhebt, bedarf zu seiner Festigung nicht des gleichen weit ausgreifenden Wurzelsystems wie ein mehrjähriger Baum, dessen Stamm und Krone dem Winde eine große Angriffsfläche bieten. Ein Gewächs mit spärlicher Blattbildung wird durch ein viel geringeres Wurzelsystem ausreichend mit Feuchtigkeit versorgt als eine reichbeblätterte Pflanze, deren verdunstende Oberfläche vielmals größer ist. Ein Baum mit dichtbelaubter Krone, welche das Regenwasser von der dem Stamm zunächstliegenden Bodenoberfläche abhält, breitet seine Seitenwurzeln horizontal seitlich aus, bis sie in den Bereich der Kronentraufe gelangen, wohin das niedergehende Regenwasser durch die Blätter abgeleitet wird; bei einem Baum mit sparrigen Ästen und aufrecht stehenden Blättern, welche das Regenwasser zum Stamm hin ableiten, bedarf es einer solchen Einrichtung nicht.

Noch wechselvoller wird die Mannigfaltigkeit der Wurzelgestalt bei den Pflanzen dadurch, daß bisweilen die Wurzeln neben oder statt der normalen Funktion, die Pflanze im Boden zu befestigen und mit flüssiger Nahrung zu versehen, noch andere Leistungen übernehmen. So sehen wir z. B. an den Georginen oder Dahlien, die als Herbstzierblumen in unseren Gärten gezogen werden, die Wurzeln knollenförmig verdickt. In diesen Knollen finden wir organische Nahrungsstoffe vor, welche im Laufe des Sommers von der Pflanze in Überschuß bereitet und als Reserve in den Wurzeln abgelagert wurden. Im nächsten Jahre wandern die Reservestoffe aus den Wurzelknollen in die sich neu entwickelnden Jahrestriebe und werden dort zum Aufbau des Pflanzenkörpers aufgebraucht. Die knollig aufgetriebenen Wurzeln dienen also als Winterspeicher, als Reservestoffbehälter und entsprechend diesem Funktionswechsel finden wir auch ihre Gestalt und ihren innern Bau wesentlich verändert. Es hat an ihnen eine Verwandlung, eine Metamorphose stattgefunden, man

bezeichnet sie und alle Organe, in denen in ähnlicher Weise ein Funktionswechsel und eine Formänderung stattgefunden haben, als metamorphosierte Organe.

Es würde uns zu weit von unserm Ziel ablenken, wollten wir auch nur die wichtigsten Wurzelmetamorphosen an dieser Stelle besprechen. Wir müssen uns mit dem Hinweis auf das eine Beispiel begnügen und wenden nunmehr unsere Aufmerksamkeit den oberirdischen Pflanzenteilen, dem Sproß mit Blatt und Blüte zu. Die verwirrende Mannigfaltigkeit der Formen, welche uns hier entgegentritt, läßt es zweckmäßig erscheinen, daß wir uns zunächst an ein bestimmtes Beispiel wenden. Wir wählen dazu eine Mohnpflanze, weil dieselbe besonders einfache Bauverhältnisse aufweist, über welche wir in der Fig. 1 leicht Aufschluß gewinnen. Aus dem Boden erhebt sich über der normal gebauten Wurzel ein schlanker zylindrischer Stengel. Ringsherum entspringen an demselben die grünen Laubblätter, am Gipfel trägt er ein Blüte. Wir haben hier also dreierlei Organe vor uns: die Laubblätter, die Blüte und die Sproßachse. Welche Arbeit haben dieselben im Haushalt des Pflanzenkörpers zu verrichten?



Fig. 1. Mohnpflanze.

Am leichtesten ist diese Frage offenbar für die Blüte zu beantworten. Jeder weiß, daß sich aus der Blüte die Frucht mit den Samen entwickelt, aus denen im nächsten Jahre neue Mohnpflanzen hervorgehen können. Die Blüte dient also der Fortpflanzung und Vermehrung. Die Laubblätter dagegen haben offenbar nur für das vegetative Leben des Pflanzenindividuums eine Bedeutung, sie gehen mit dem Pflanzenkörper zugrunde und bei mehrjährigen Pflanzenarten, wie bei unseren Laubbäumen im Walde, im Park und Garten, werden sie gar alljährlich abgeworfen, um zu Beginn jeder Vegetationsperiode durch Neubildungen ersetzt zu werden. Aber es ist eine sehr wichtige Funktion, die den Blättern zufällt. Wir dürfen nicht etwa denken, daß die Blätter nur ein Schmuck der Pflanzen sind,

bestimmt, das Auge des Menschen zu erfreuen. Wenn wir einem Baum seine Blätter rauben, wenn durch Insektenfraß das Laubwerk zerstört wird, oder wenn der Frost die Blatttriebe in ihrer Anlage vernichtet, so wird dem Organismus ein sehr tiefgehender Schaden zugefügt; er wird verhindert, die unorganischen Nahrungsstoffe, welche ihm im Erdboden und in der Luft zur Verfügung stehen, zu verarbeiten und dem Bestande seiner Körpersubstanz hinzuzufügen. Er muß also Hunger leiden, ähnlich wie ein Tier, das wohl Gelegenheit hat, Nahrung von außen in sich aufzunehmen, dessen Magen und Darm aber nicht imstande sind, aufgenommene Nahrung zu verdauen und für den Körper nutzbar zu machen.

Zunächst pflegt eine einmalige Entblätterung für den Baum noch nicht verhängnisvoll zu werden. Vorsorglich sind im Innern des Sprosses und der Wurzel Nährstoffe aufgespeichert, welche die Entwicklung eines neuen Laubkleides und damit die Wiederaufnahme der normalen Ernährungstätigkeit ermöglichen. Wird aber die Blattbildung dauernd unterdrückt oder zerstört, so ist der Hungertod für den Baum die sichere Folge. Wir haben demnach die Laubblätter der Pflanze als diejenigen Organe anzusehen, in denen die Bereitung der organischen Nahrung aus den anorganischen Nährstoffen, welche die Pflanze aus Luft und Boden entnimmt, sich vollzieht, oder wenigstens eingeleitet wird. Die Blätter sind gewissermaßen die chemischen Laboratorien, in denen unter dem Einfluß des Lichtes aus dem Wasser des Bodens und der Kohlensäure der Luft die Stärkesubstanz gebildet wird, welche das Ausgangsmaterial darstellt für die Entstehung von anderen stärkeartigen Substanzen (Kohlehydraten) und von Fetten und Eiweißkörpern, aus denen der Pflanzenkörper der Hauptsache nach aufgebaut ist. Man bezeichnet den für die Ernährung der Gewächse so wichtigen Vorgang der Stärkebildung, der sich in den Laubblättern abspielt, gewöhnlich als Assimilation.

Außer der Assimilation kommt den Laubblättern noch eine weitere wichtige Funktion zu, nämlich die Abgabe von Wasserdampf an die Atmosphäre, die Transpiration, welche eine Kraftquelle bildet für die Unterhaltung der Lebensfähigkeit in dem Organismus.

Neben den Blüten, als den Organen für die Erzeugung einer Nachkommenschaft, und neben den Blättern, als den

Organen, welche dem Pflanzenkörper Stoff und Kraft für seine Lebensprozesse bereiten, erscheint die Sproßachse als ein Organ von untergeordneter Bedeutung, und es gibt nicht wenige Pflanzengestalten, bei denen die Sproßachse in Größe und Gestalt weit hinter jenen zurücksteht. Sie erscheint dann nur als Träger der Blätter und Blüten und als Vermittler des Stoffverkehrs zwischen der Wurzel und diesen Organen. Blätter und Blüten können aber ihre wichtigen Arbeiten nur dann verrichten, wenn ihnen Luft und Licht in genügender Menge zur Verfügung steht. Deshalb sehen wir, daß die Sproßachse bei den meisten Pflanzen wie bei dem vorhin als Beispiel vorgeführten Mohn schlank emporstrebt und die Blätter und Blüten dem Licht entgegenstreckt.

Wenn wir die Leistung der Sproßachse von dieser Seite betrachten, wenn wir es als ihre Aufgabe ansehen, den Blättern und den Blüten den nötigen Lichtgenuß zu verschaffen, so werden wir für manche Eigentümlichkeiten dieses Organs ein Verständnis gewinnen. Wir dürfen aber dabei nicht außer acht lassen, daß die Sproßachse immer auch zugleich die Leitungsbahnen einschließt, durch welche die Stoffe von der Wurzel zum Blatt und vom Blatt zur Wurzel wandern.

Während die wachsende Wurzel, wie wir sahen, ihre Spitze nach abwärts kehrt, richtet die Sproßachse sich senkrecht über den Erdboden empor. Die einfache Sproßachse, welche wir bei dem Beispiel der Mohnpflanze kennen gelernt haben, trägt ringsherum in regelmäßiger Folge geordnet die Laubblätter, welche so gestellt sind, daß keines dem andern den Lichtgenuß raubt. Andere Pflanzen gewinnen mehr Raum für die Unterbringung zahlreicher Blattflächen in günstiger Lichtlage dadurch, daß die Sproßachse Seitenzweige aussendet, die gleichfalls beblättert sind. Die Ausbildung von Seitenzweigen geht an der Hauptachse stets von Zweiganlagen aus, welche in der Achsel eines Laubblattes stehen. Dieselbe Regelmäßigkeit der Anordnung, welche die Laubblätter zeigen, kommt also auch den Seitensprossen zu. Indem auch an den Seitenzweigen wieder aus den Achseln der Blätter neue Verzweigungen hervorwachsen, entstehen schließlich ausgedehnte Sproßsysteme, an denen eine große Zahl von Blattflächen zu einer Laubkrone vereinigt sind.

Es ist klar, daß eine Sproßachse, deren Seitenverzweigungen zur Bildung einer großen Laubkrone führen, imstande sein muß,

das Gewicht aller Seitenzweige und aller Blätter zu tragen. Dementsprechend sehen wir bei den Sträuchern und besonders bei unsern Laub- und Nadelbäumen einen kräftigen, holzigen Stamm sich bilden, der durch fortgesetztes Dickenwachstum einen beträchtlichen Umfang zu erreichen vermag.

Den großen Aufwand an Baustoffen, den die Ausbildung eines Stammes erfordert, umgehen andere Gewächse dadurch, daß sie sich an feste Stützen klammern, indem sie entweder ihren schlanken Hauptsproß um einen benachbarten Baumstamm oder um eine feste Stange herumwinden, wie die Hopfenpflanze oder die Gartenbohne, oder indem sie besondere Greif- und Haftorgane entwickeln, mit denen sie sich an Baumrinden oder Mauern oder an andern Stützen festhalten. Bei dem Efeu sind es eigenartige Wurzeln, die, aus dem Sproß entspringend, sich in die Unebenheiten eines Baumstammes oder eines Gemäuers hineindrängen und so den aufwärts strebenden Trieb befestigen. Der Weinstock und der wilde Wein haben besondere, zu Ranken umgewandelte Seitensprosse, die als Kletterorgane dienen. Die Greifranken der Gurken, Melonen und Kürbisse dagegen sind als umgewandelte Blätter anzusehen.

Die Gewächse, bei denen die Ausbildung einer gestreckten Sproßachse ganz unterbleibt, setzen sich dadurch in einen ausreichenden Lichtgenuß, daß sie ihre dicht gedrängt um die kurze Achse sitzenden Blätter rosettenartig über den Boden ausbreiten. Den günstigen Standort für derartige niedrige Pflanzen bilden sonnige, freie Plätze, wie sie an Berglehnen, auf Heiden und Weiden zu finden sind. Die Konkurrenz um den Lichtgenuß vermögen sie mit höheren reichbeblätterten Formen nur dann zu ertragen, wenn ihre Blätter besonders lichtempfindlich sind, und auch in dem zerstreuten Licht des Waldschattens ihre Assimilationsarbeit ausüben können. Sie sind aber gegenüber den Bäumen und Sträuchern und den hochstämmigen Kräutern in anderer Weise bevorzugt, dadurch nämlich, daß sie dem Winde keine oder doch nur eine geringe Angriffsfläche bieten, und dadurch, daß sie die im Sonnenschein schnell steigende Wärme des Erdbodens für die Lebensprozesse in Blatt und Sproß ausnützen können, endlich auch darin, daß sie bei dem geringen Verbrauch von Baumaterial den Gang ihrer alljährlichen Entwicklung vom Beginn des Laubausbruches bis zur Reife der Früchte und Samen in einer viel

kürzeren Zeit durchlaufen können als die höheren, stammbildenden Arten.

Daß diese Eigenheiten unter gewissen äußeren Bedingungen einen Vorzug bilden, sehen wir recht deutlich, wenn wir auf einer Alpenwanderung von der Talsohle bis zur Schneegrenze vordringend der uns jeweils umgebenden Vegetation einige Beachtung schenken. Sobald wir das Kulturland des Talbodens hinter uns haben, gelangen wir in den Waldgürtel, der bis zu einer gewissen Höhe den Bergeshang bedeckt. Überschreiten wir die Waldgrenze, so kommen wir in eine Übergangszone, in welcher noch Sträucher und höhere Kräuter zu gedeihen vermögen. Bald aber beginnt das Gebiet, das den niedrigen Pflanzen mit bodenständigem Laubwerk ausschließlich gehört. Wir finden neben zierlichen Rosetten dichte Polster aus zahlreichen gedrängt stehenden, kurzen Stämmchen, die sich im Frühsommer mit einem reichen Flor leuchtend gefärbter Blüten überdecken. Selbst Arten, deren nächste Verwandten wir im Tale als stattliche Bäume kennen, wie die Weiden, schmiegen sich hier mit kriechendem Stamm dem Boden dicht an und beschränken ihren Jahrestrieb auf einen winzigen Zuwachs, der einige wenige Blätter und Blütenkätzchen nur eben über die Bodenoberfläche emporhebt. Bis an den Rand des Gletschers und bis zum ewigen Schnee steigen die Zwerggestalten empor, wo kein Baum und Strauch, kein höherer Krautstamm den Kampf um den Platz und um das Licht mit ihnen aufnehmen kann.

Ich habe vorhin gesagt, daß die Blätter der Pflanze die Organe sind, in denen die aus dem Boden und aus der Luft aufgenommenen Nährstoffe in die Substanzen umgewandelt werden, aus denen der Pflanzenkörper zusammengesetzt ist. Man bezeichnet diesen Umwandlungsprozeß als Assimilation. Der erste nachweisbare Schritt der Assimilation ist die Bildung der Stärkesubstanz, welche unter dem Einfluß des Lichtes in den grünen Blättern vor sich geht. Ich hatte die Absicht, Ihnen die Richtigkeit dieses wichtigen Satzes durch ein Experiment zu beweisen. Da indessen die Zeit heute schon so weit vorgerückt ist, daß das Experiment sich nicht mehr in dem uns zur Verfügung stehenden Zeitraum zu Ende führen läßt, so muß ich Sie bitten, den Satz, daß das Licht die Kraftquelle für die Assimilationsarbeit darstellt, vorerst auch ohne beweisendes Experiment als richtig hinzunehmen und mir zu gestatten, den in Aussicht gestellten Versuch auf einen späteren Vortrag zu verschieben.

Zu dem Umstande, daß das Licht für die Hauptleistung der grünen Blätter eine wichtige Rolle spielt, steht die allgemeine Gestalt dieser Organe in einer einfachen Beziehung. Das Blatt ist in allen typischen Fällen eine dünne Platte, was ja auch in der sprachlichen Beziehung der Worte Blatt und Platte zum Ausdruck kommt. Das Blatt stellt gewissermaßen einen Schirm dar, geeignet eine möglichst große Lichtmenge in sich aufzunehmen. Ein dicker Gewebekörper kann das Licht, welches auf ihn fällt, nur an seiner Oberfläche als Kraftquelle ausnützen, die dünne Fläche eines Laubblattes wird ganz und gar vom Sonnenstrahl durchleuchtet, so daß alle Stellen im Lichtgenuß stehen.

Wenn das Verhältnis zum Licht die einzige Beziehung wäre, in welcher das Laubblatt zu der Außenwelt steht, so müßten wir annehmen, daß die Ausbildung möglichst großer Blattflächen für die Pflanzen am vorteilhaftesten wäre. Andere wichtige Momente im Haushalt des Pflanzenkörpers setzen aber der Ausdehnung der Blattfläche eine bestimmte Grenze. Zunächst müssen wir erwägen, daß die Anforderung an die Festigkeit mit der Vergrößerung der Fläche unverhältnismäßig steigt. Die Gesamtmasse des Baumaterials, welches nötig ist, um eine größere Blattfläche fest genug zu machen, das eigene Gewicht zu tragen und den Angriffen des Windes und des Regens Widerstand zu leisten, ist bedeutend größer als die Masse der Baustoffe, deren zwei Blätter bedürfen, welche zusammen die gleiche Oberfläche repräsentieren wie jenes eine. Es übersteigt schließlich der Materialverbrauch bei der Ausbildung der großen Blattfläche den Nutzen, der durch die Vergrößerung der lichtauffangenden Oberfläche gewonnen wird. Wir finden daher große einfache Blattflächen meistens nur bei Wasserpflanzen, wie bei unseren einheimischen Teichrosen und bei der jetzt in allen botanischen Gärten kultivierten Victoria regia, deren Blätter auf dem Wasserspiegel schwimmend sich nicht selber zu tragen brauchen und außerdem der Windwirkung in ihrer horizontalen Lage weniger ausgesetzt sind als die Blätter der Landpflanzen. Im Widerspruch mit dieser Erwägung scheinen auf den ersten Blick die riesigen Blätter der Banane (Musa) zu stehen, die vielfach auch bei uns im Sommer als Zierpflanze auf Rasenplätzen in Parks und Landschaftsgärten ausgepflanzt wird. Die mannshohen Blätter, welche der riesige Krautstamm trägt, bilden in der Jugend eine einzige zusammenhängende Assimilationsfläche, die im Schutz der

Gewächshäuser lange Zeit unverletzt bleibt. Im Freien aber zeigt sich sehr bald, daß die innere Festigkeit des Blattes der Wirkung auch eines mäßig starken Windes nicht zu widerstehen vermag. Die Blattfläche wird durch zahlreiche Risse von dem Rande gegen die kräftige Mittelrippe zu in viele schmale Zipfel zerspalten, welche dem Winddruck auszuweichen vermögen und dadurch vor weiterer Zerstörung geschützt sind. Wäre die Blattfläche etwa durch einen kräftigen Randnerven vor dem Einreißen geschützt, so würde die Mittelrippe den ganzen Druck, den der Wind auf die große ungeteilte Fläche ausübt, auszuhalten haben. Ein stärkerer Wind würde sicher das ganze Blatt zerbrechen und außer Funktion setzen. Die Zerschlitzbarkeit der Blattfläche ist also bei dem Musablatt geradezu eine zweckmäßige Einrichtung, die das Blatt vor völliger Zerstörung durch den Wind bewahrt. Sie wirkt in ähnlicher Weise wie die Zerteilung der Blattflächen, die wir auch bei vielen einheimischen Pflanzen antreffen. So haben z. B. der Walnußbaum, der Rosenstock und die Kastanie große Blätter, deren Fläche in einzelne Abschnitte aufgelöst ist. Bei dem Walnußblatt und bei dem Rosenblatt ist eine kräftige Mittelrippe vorhanden, an der paarweise die Seitenblättchen befestigt sind, während ein unpaares Endblättchen die Spitze der gemeinsamen Mittelrippe einnimmt. Man bezeichnet ein derartig zusammengesetztes Blatt als gefiedert, wegen der Ähnlichkeit, welche zwischen der Anordnung seiner einzelnen Teile und der Anordnung der Teile einer Vogelfeder besteht. Das Blatt der Roßkastanie wird dagegen als handförmig oder gefingert bezeichnet, weil die einzelnen Blättchen von dem Ende des gemeinsamen Blattstiels aus wie die Finger einer Hand auseinander spreizen.

Besonders zierlich sind die Blätter mancher Gewächse aus der Abteilung der Doldenpflanzen zusammengesetzt, zu denen die Mohrrübe oder gelbe Rübe, dann der Kerbel und die Petersilie unserer Küchengärten gehören. Wir finden hier zwei- und dreifach gefiederte Blätter. Die einzelnen Blättchen, aus denen sie sich zusammensetzen, sind nur von geringer Größe, in ihrer Gesamtheit aber bieten sie dem Lichte eine große Oberfläche dar, ohne dem Winde und Regen eine nennenswerte Angriffslinie entgegenzustellen.

Sehr häufig geht die Zerteilung der Blattflächen nicht so weit, daß wirklich gestielte Einzelblättchen zustande kommen, welche nur durch eine gemeinsame Mittelrippe verbunden sind; oftmals

sind die Blattflächen nur vom Rande aus mehr oder minder weit in Zipfel geteilt oder gelappt oder ausgebuchtet, wir können alle Übergänge finden in sanfter Abstufung zwischen den wirklich zusammengesetzten Blättern der Rose oder der Doldenpflanzen und den einfachen Blättern unserer Obstbäume oder der Buche.

Selbstverständlich ist auch für die Einzelblättchen der zusammengesetzten Blätter oder für die Zipfel und Lappen einer unvollständig geteilten Blattfläche der unbeschränkte Lichtgenuß eine wesentliche Bedingung, und wir sehen, daß häufig dieser Bedingung in der Stellung und Gestalt der einzelnen Blatteile in auffälliger Weise Rechnung getragen ist. Im allgemeinen finden wir stets die Blattteile so gestaltet und angeordnet, daß keiner von dem andern verdeckt und verdunkelt wird. In unseren Gärten und draußen an jeder Hecke wächst im Sommer als Unkraut eine gelbblühende Pflanze, die den Namen Schöllkraut führt, und die Sie leicht daran erkennen, daß aus jeder Wunde, welche die Pflanze etwa durch Abreißen eines Blattes erhält, ein rötlichgelber Milchsaft hervortritt.

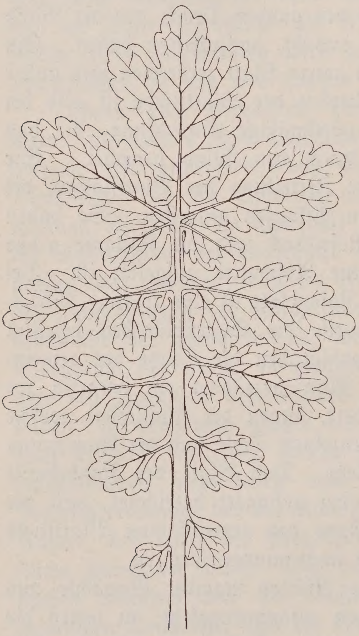


Fig. 2. Blatt des Schöllkrautes.

Die Blätter dieser Pflanze sind sehr zierlich und regelmäßig gestaltet. Wie Sie sehen (Fig. 2), ist die Blattfläche in einzelne fiederförmig angeordnete Abschnitte geteilt, welche unter sich an Größe und Gestalt verschieden sind. Jeder einzelne Fiederabschnitt ist unsymmetrisch gebaut, an der Unterseite, d. h. an dem zum Blattgrunde hingewendeten Rande, tragen die mittleren Fiedern einen Seitenlappen, der an dem zur Blattspitze hingewendeten Rande fehlt. Wäre der Lappen hier ebenfalls vorhanden, so müßte er über oder unter dem Seiten=

lappen des nächsthöheren Abschnittes zu liegen kommen, ein Teil wäre dann durch den andern im Lichtgenuß beeinträchtigt. So aber sehen wir alle Flächenstücke völlig frei liegen und doch auch den Raum, der dem Blatte zur Entwicklung seiner Assimilationsfläche zur Verfügung stand, nach Möglichkeit ausgenutzt.

Von demselben Gesichtspunkte aus, der uns die Gestalt und Anordnung der Blatteile beim Schöllkraut als eine zweckmäßige Einrichtung erscheinen läßt, können wir auch die Anordnung der Blätter und die Gestalt ihres Gesamtumrisses betrachten. Die Abbildung Fig. 3 stellt einen beblätterten Zweig der Ulme dar, der am Baume wagerecht ausgebreitet war. In der Zeichnung sehen wir den Zweig von oben, aus der Richtung also, aus welcher seine Blätter das Licht erhalten. Das Bild bedarf wohl kaum einer weiteren Erläuterung, die schiefen Blattflächen sind so gestellt, daß jede frei dem Lichte zugewendet ist. Auch die Abbildung in Fig. 4, welche einen Teil einer am Waldboden kriechenden Efeupflanze darstellt, zeigt deutlich, wie Blattstellung und Blattgestalt der Forderung entsprechen, daß mit möglichst geringem Materialaufwande eine möglichst große Fläche mit lichtauffangenden Blattschirmen bedeckt wird. Die zackigen Blätter sind geradezu mosaikartig aneinandergefügt.

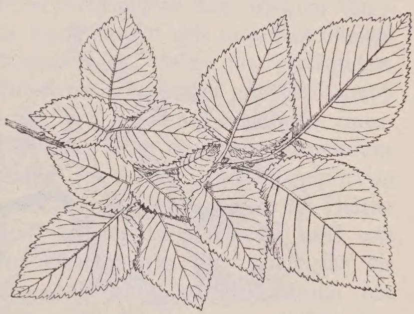


Fig. 3. Beblätterter Zweig der Ulme.

Einen wesentlichen Anteil an dem Zustandekommen der zweckmäßigen Anordnung, welche die Blätter des Ulmenzweiges und des Efeus zeigen, hat der Blattstiel. Er ist es, der durch Wachstum und durch Drehungen, welche er, beeinflußt durch die Richtung des einfallenden Lichtes, ausführt, das Blatt in seine günstigste Lichtlage bringt. Sie können sich von dieser regulierenden Tätigkeit des Blattstiels leicht überzeugen. Drehen Sie einmal einen Fuchsienstock auf Ihrem Blumentische, der seine Blattoberseiten alle gegen das Fenster richtet, herum, so daß die Blattflächen vom Fenster abgekehrt sind. Nach Verlauf eines

Tages werden die Blätter sich wiederum dem Lichte zugewendet haben.

Wir dürfen aber nicht erwarten, daß die Beziehungen zwischen Blattstellung und Blattgestalt einerseits und dem Lichteinfall andererseits, welche wir soeben an einigen Beispielen konstatiert haben, ausnahmslos bei allen Gewächsen in gleicher Deutlichkeit zum Ausdruck kommen müssen. Das Lichtbedürfnis ist nicht bei allen Gewächsen das gleiche, vielmehr finden wir neben Pflanzen, denen wenigstens zeitweilige Besonnung ein Lebensbedürfnis ist, auch solche vor, die nur im Schatten anderer Gewächse und geschützt vor intensivem Licht ihre günstigsten

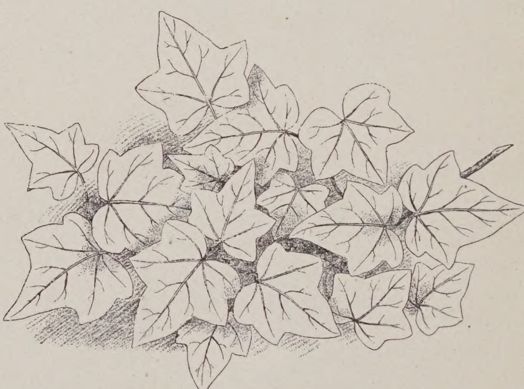


Fig. 4. Blattmosaik des Efeu am Waldboden.

Existenzbedingungen finden; und zwischen den beiden Extremen kommen alle Übergänge vor.

Ich habe vorhin den Satz ausgesprochen, daß das Bedürfnis nach innerer Festigkeit einen einschränkenden Einfluß auf die Entwicklung großer Blattflächen haben muß. Es gibt noch eine andere Beziehung zwischen den äußeren Verhältnissen und der Blattgröße, welche nicht minder wichtig und darum nicht minder einflußreich ist. Das Laubblatt ist nicht nur Assimilationsorgan, sondern es hat auch noch die Funktion der Transpiration, der Abgabe von Wasserdampf aus dem Pflanzenkörper an die Atmosphäre. Der Körper der Pflanze enthält ja neben den festen Bestandteilen, aus denen er sich aufbaut, eine große Menge von Wasser, welche in saftigen Pflanzenteilen bis auf 90 Prozent und

darüber hinaus steigen kann. Die Wasserverdunstung ist im Grunde genommen ein rein physikalischer Vorgang, der sich an einem leblosen Gegenstand, etwa an einem mit Wasser getränkten Gipsblock, in derselben Weise abspielt, wie an dem Körper der Pflanzen und Tiere. Die Menge des in Dampfform in die Luft übertretenden Wassers ist abhängig von der Wärme und von dem Sättigungsgrade, d. h. von dem relativen Dampfgehalt der Luft. Je höher die Temperatur, desto mehr Wasser wird unter übrigens gleichen Umständen in Dampfform an die Luft abgegeben, je dampfreicher die Luft ist, desto langsamer verdunstet das Wasser. Wärme und Wassergehalt der Luft wechseln in unserm Klima beständig und im gleichen Schritt mit diesem Wechsel muß auch die Wasserverdunstung in dem feuchten Gipsblock fallen und steigen. Für die Pflanzen gilt nicht das Gleiche. Der Pflanzenkörper besitzt Einrichtungen, welche ihm ermöglichen, das Wasser mit einer gewissen Kraft festzuhalten und die Dampfausgabe gegenüber dem Wechsel der äußeren Verhältnisse innerhalb gewisser Grenzen zu regulieren. Daß aber diese Regulierung nicht für alle Fälle ausreicht, sehen wir deutlich, wenn an trockenen Sommertagen in der heißen Nachmittagssonne die Blätter und Stengel der Pflanzen auf unseren Gemüsebeeten welk und schlaff werden. Die äußeren Bedingungen sind dann für die Wasserverdunstung so günstig, daß trotz der Regulierung den Pflanzen mehr Wasser entrissen wird, als sie in der gleichen Zeit vom Boden her aufnehmen können. Ihre Gewebe erschlaffen, bis die kühleren Abend- und Nachtstunden Gelegenheit geben, den Verlust zu ersetzen.

Es ist also eine wichtige Bedingung für das Wohlbefinden der Gewächse, daß die Menge des durch die Transpiration abgegebenen Wassers die Menge des durch die Wurzel aufgenommenen nicht übersteigt. Je größer aber die Oberfläche der Pflanze wird, desto größer wird auch die Menge des verdunsteten Wassers. Die Anzahl der Blätter und die Größe der einzelnen Blattflächen, welche eine Pflanze zu tragen vermag, ist also abhängig von der Menge des Wassers, welches die Pflanze durch die Wurzel vom Boden her in sich aufnehmen kann. Wir finden dementsprechend bei den Pflanzen, welche an heißen, trockenen Standorten gedeihen können, niemals große saftige Blattflächen, die Blätter sind hingegen klein und dick, sie rollen sich seitlich zusammen wie bei dem Heidekraut, oder sie sind nadelförmig wie bei den Fichten und

Tannen; im Extrem sind solche Pflanzen völlig blattlos wie die wüstenbewohnenden Kaktusgewächse, bei denen die fleischige grüne Sproßachse die Funktionen der Blätter mit übernimmt und zugleich noch einen Wasserspeicher darstellt, aus dem für die Zeiten der Dürre die assimilierenden Teile der Pflanze das zum Unterhalt der Lebensfunktionen nötige Wasser entnehmen können.

So interessant es auch sein dürfte, den eingeschlagenen Gedankengang noch weiter fortzuführen und besonders auch die Beziehungen eingehender zu betrachten, welche zwischen dem Regenfall und der Blattgestalt nachgewiesen worden sind, Zeit und Umstände zwingen uns, die Betrachtung hier abzubrechen. Wir müssen uns also für heute damit begnügen, die wichtigsten und allgemeinsten Beziehungen kennen gelernt zu haben, welche zwischen der Ausgestaltung der vegetativen Pflanzenteile und den äußeren Umständen bestehen, und werden uns im folgenden Vortrag mit dem Bau der Blüte zu beschäftigen haben.

Zweiter Vortrag.

Wenn irgend ein Teil des Pflanzenkörpers mehr als die übrigen von Poesie umwoben ist, so ist es die Blüte. Wir brauchen nur die alljährlich wiederkehrende Menge der Frühlingsgedichte in den deutschen Wochenschriften zu durchmustern, um wieder und immer wieder die Blütenpracht des Lenzes in mehr oder minder geschickter Weise gepriesen zu sehen und die Überzeugung zu gewinnen, daß die gemütvolle Durchdringung des Naturlebens, die Gabe, die Schönheit der herrlichen Gotteswelt voll und warm zu empfinden, eine besonders ausgeprägte Eigentümlichkeit der deutschen Poesie und des deutschen Gemütes ist. Wir dürfen diese Freude an der schönen Natur mit Recht als einen Vorzug preisen, welcher durchaus nicht allen Zeiten und allen Völkern beschert war. Wenn der altrömische Dichter Horatius*) den Frühling besingt, so spielt das Erwachen der Natur eine untergeordnete Rolle; er weiß zum Lobe des Lenzes nichts Besseres an erster Stelle zu nennen, als daß nun die Boote wieder ins Wasser gelassen werden können, und daß das Vieh aus dem Stall, der Bauer hinter dem Ofen hervorkriecht. Wie anders vermag Walther von der Vogelweide, der deutsche Minnesänger aus dem 13. Jahrhundert, in unserm Herzen die Frühlingswonne wachzurufen, wenn er singt:

So die bloumen uz dem grase dringent
Same sie lachen gegen der spileden sunnen.
In einem mayen an dem morgen fruo
Und die kleinen vogelin wol singent
In ir beste wise die sie kunnen,
Was wünne mag sich da genozen zuo?

Und wie bei Walther, so sind es auch noch bei unseren modernen Dichtern neben dem Vogelgesang die Blüten, die dem

*) Ode: „Solvitur acris hiems“.

Frühling seinen rechten Glanz verleihen, indem sie uns mit der Schönheit ihrer Form, mit der Pracht ihrer Farben und mit ihrem Duft entzücken. Aber wir dürfen nicht vergessen, daß die Blüten nicht nur zur Befriedigung unseres Schönheitsgefühls, nicht nur zu Schmuck und Zier für die Pflanzen da sind, sondern daß ihnen im Haushalte der Natur eine wichtige praktische Bedeutung zukommt, daß sie im Pflanzenleben gewisse Aufgaben zu erfüllen haben, und daß wir Form, Farbe und Duft der Blüten als zweckmäßige Einrichtungen anzusehen haben, welche im Dienste der naturgemäßen Funktion dieser Organe zur Entwicklung gelangt sind.

So wechselvoll und mannigfaltig uns auch die Gestalt der Blüten bei den verschiedenen Pflanzenarten erscheinen mag, sie besitzen in ihrem Aufbau doch allesamt gemeinsame Grundzüge. Ich will versuchen, Ihnen diesen Grundplan des Blütenbaues an einem geeigneten und allbekannten Beispiel klarzulegen. Sie sehen hier in Fig. 5a die Darstellung einer einfachblühenden Gartentulpe. Die Zeichnung läßt erkennen, daß die Blüte der Hauptsache nach aus sechs großen in Natur lebhaft gelb, weiß oder rot gefärbten Blättern besteht, welche aus dem Blütenstiel ziemlich in gleicher Höhe hervorwachsen und welche in ihrer Gesamtheit als Blütenhülle bezeichnet werden. Schneiden wir an einer Seite die Blätter der Blütenhülle fort, so erlangen wir Einblick in das Innere der Blüte, welches in Fig. 5b dargestellt ist. Wir erkennen in der Mitte der Blüte einen dicken, dreikantigen Körper mit einem Aufsatz, der in der Linienführung an das Kapitäl einer ionischen Säule erinnert. Dieser Teil ist der Fruchtknoten der Blüte, dasjenige Organ, aus dem sich nach dem Verblühen die Frucht entwickelt. Zwischen dem Fruchtknoten und den Blättern der Blütenhülle steht ein Kranz von sechs gleichgestalteten, stabförmigen Gebilden, welche an ihrem oberen Ende einen mehligstaubigen und längsrunzeligen, sackförmigen Körper tragen. Das sind die Staubfäden oder Staubblätter der Blüte.

Wir können also an der Tulpenblüte, und das gilt überhaupt für die große Mehrzahl aller Blüten, dreierlei Organe unterscheiden, die Blütenhülle, die Staubblätter und den Fruchtknoten, welche gemeinsam am Ende des Blütenschaftes aus dem sogenannten Blütenboden entspringen.

Wir werden uns nun zunächst die Frage zu beantworten haben, welche Aufgaben haben diese verschiedenen Organe, die

in der gleichen Folge, wenn auch in wechselnder Gestalt und Zahl, in allen typischen Blüten wiederkehren, im Leben der Pflanze zu verrichten?

Sie werden sich erinnern, daß ich in meinem ersten Vortrag es als die Aufgabe der Blüten bezeichnet habe, Früchte und Samen zu erzeugen und dadurch zur Fortpflanzung, zur Entstehung neuer Pflanzenindividuen zu führen. Wenn wir das festhalten, so werden wir geneigt sein, denjenigen Teil der Blüte als den wichtigsten anzusehen, aus dem Frucht und Samen direkt hervorgehen, also den Fruchtknoten; und es mag deshalb gerechtfertigt erscheinen, daß wir uns zunächst den Fruchtknoten in dem

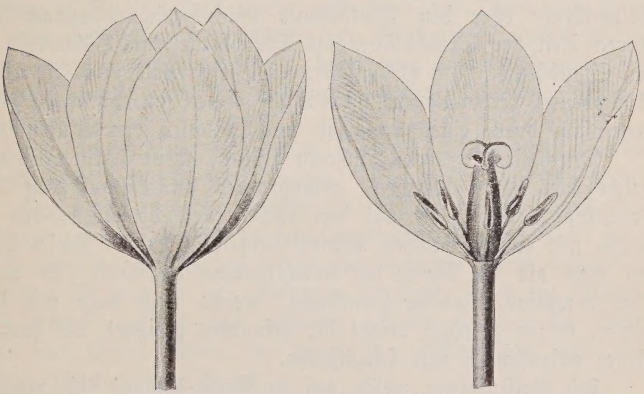


Fig. 5. Tulpenblüte a von außen, b nach Entfernung dreier Blütenhüllblätter.

von uns gewählten Beispiel daraufhin etwas näher betrachten. Wenn wir den Fruchtknoten der Tulpe durchschneiden, so sehen wir, daß derselbe in seinem Innern der Länge nach durch Scheidewände in drei Höhlungen oder Fächer geteilt ist; in jedem Fach finden wir eine größere Anzahl kleiner in zwei Reihen geordneter eiförmiger Körperchen. Das sind die Samenanlagen; aus ihnen gehen also später die Samen hervor, welche in gleicher Anordnung die Fächer der reifen Fruchtkapsel erfüllen. Die Samenanlagen sind aber nicht befähigt, aus eigener Kraft den Entwicklungsgang einzuschlagen, der sie zu reifen, keimfähigen Samen werden läßt. Um diesen Entwicklungsvorgang einzuleiten, ist eine Befruchtung

der Samenanlagen unbedingt erforderlich. Bleibt die Befruchtung aus, so verkümmern die Samenanlagen in der verblühenden Blüte, und wenn in einem Fruchtknoten keine einzige Samenanlage befruchtet wurde, so tritt überhaupt keine Fruchtbildung ein, der Fruchtknoten stirbt frühzeitig ab.

Die Organe der Blüte, von denen die Befruchtung der Samenanlagen des Fruchtknotens ausgeht, sind die Staubblätter. In dem oberen sackförmigen Teil derselben entstehen während der Entwicklung der Blütenknospe viele Tausende staubfeiner, mit bloßem Auge kaum sichtbarer Körnchen, welche beim Aufblühen der Tulpe als lockerer Staub in den Höhlungen des sackförmigen Teiles der Staubblätter liegen. Man nennt diese Körnchen die Pollenkörner oder den Blütenstaub und bezeichnet danach den oberen Teil der Staubblätter als Staubbeutel, die Höhlungen in den Staubbeuteln als Pollensäcke. Die vier Pollensäcke in jedem Staubbeutel der völlig erblühten Blüte öffnen sich endlich zu zweit gemeinsam durch einen Längsriß und entlassen den Blütenstaub.

Durch irgend einen äußeren Anlaß, meist durch Insekten, welche die Blüte besuchen, gelangt der Blütenstaub auf den Fruchtknoten und zwar auf den oberen Teil desselben, den ich vorhin mit einem ionischen Kapitäl verglichen habe. Dieser Teil, den man als die Narbe des Fruchtknotens bezeichnet, ist durch seine runzelige, klebrige Oberfläche, welche noch dazu mit sehr feinen, kurzen Härchen besetzt ist, besonders geeignet, die Pollenkörner aufzufangen und festzuhalten.

Die Pollenkörner, welche auf die Narbe gelangt sind, wachsen nun in sehr kurzer Zeit zu einem langen, feinen Schlauch aus, welcher durch das Narbengewebe in das Innere des Fruchtknotens eindringt und sich an einer bestimmten Stelle einer Samenanlage dicht anschmiegt oder in dieselbe eindringt. Endlich tritt aus dem Ende des Pollenschlauches eine Spur der lebenden Substanz, welche das Gebilde erfüllt, in das in der Samenanlage verborgene Ei hinüber und verschmilzt vollständig mit demselben. Diesen Vorgang der Verschmelzung der aus dem Pollen stammenden Substanz mit dem Ei in der Samenanlage haben wir als den wesentlichen Prozeß des Befruchtungsvorganges anzusehen. Durch ihn wird das Ei angeregt, sich zur Anlage einer jungen Pflanze zu entwickeln, durch ihn ist der Anstoß gegeben zur Weiterbildung der Samenanlage und zur Entwicklung der Frucht.

Da bei dem eigentlichen Befruchtungsvorgang und bei der

Fruchtbildung nur die Staubblätter und der Fruchtknoten beteiligt sind, so können wir diese Teile mit Recht als die wesentlichen Organe der Blüte bezeichnen; die Blütenhülle dagegen, die dem Naturfreund und dem Ästhetiker wohl in vielen Fällen als der wichtigste Teil der Blüte erscheint, hat nur eine untergeordnete, wenn auch nicht unwichtige Rolle zu spielen. Staubblätter und Fruchtknoten sind für das Zustandekommen einer Fruchtbildung unentbehrlich, das Fehlen der Blütenhülle aber schließt eine Entwicklung normaler Früchte und Samen keineswegs aus. Ja es gibt nicht wenige Blüten, denen wie den Blüten der Weidenbäume und der Gräser die Blütenhülle gänzlich fehlt, ohne daß dadurch die Leistung der Blüte als Fortpflanzungsorgan im geringsten in Frage gestellt würde, und auch eine Tulpe oder Lilie, der wir frühzeitig die Blätter der Blütenhülle fortgeschnitten haben, vermag unter günstigen Umständen, wenn auch nicht mit gleicher Sicherheit wie die vollständige Blüte, keimfähige Samen zu liefern.

Die Blütenhülle ist in erster Linie ein Schutzorgan für die Staubblätter und den Fruchtknoten. Sie verhindert, daß Wind und Regen die inneren Blütenteile beschädigen und den Befruchtungsvorgang stören, sie hält ungebetene tierische Gäste fern, welche dem im Grunde der Blüte abgesonderten Honig nachstellen oder den Blütenstaub als Nahrung begehren. Wo die Blütenhülle lebhaft gefärbt und auffällig geformt ist, wo die Blüte Duft und Honig bildet, da kommt der Blütenhülle noch eine weitere wichtige Aufgabe zu.

Wir haben vorhin gesehen, daß für das Zustandekommen des Befruchtungsvorganges eine Übertragung des Blütenstaubes auf die Narbe des Fruchtknotens unbedingt erforderlich ist. Im allgemeinen ist es nun nicht der Blütenstaub derselben Blüte, der die Narbe erfolgreich befruchtet, sondern der Vorgang der Frucht- und Samenbildung wird nur dann normal eingeleitet, wenn die Pollenkörner, welche auf der Narbe den Pollenschlauch entwickeln, aus einer anderen Blüte der gleichen Pflanzenart stammen. Wir kennen eine Reihe von Baueinrichtungen und Entwicklungseigentümlichkeiten an Blüten, welche geradezu verhindern, daß der Pollen auf der Narbe derselben Blüte zur Entwicklung gelangt. In solchen Fällen ist die Fremdbestäubung, d. h. die Übertragung des Blütenstaubes aus einer Blüte auf die Narbe einer anderen Blüte, die unerläßliche Bedingung für

das Zustandekommen der Befruchtung. Daneben freilich sind auch die Fälle nicht selten, in denen die Selbstbestäubung die Regel bildet.

Überall wo Fremdbestäubung erfolgen soll, wird die Übertragung des Blütenstaubes von Blüte zu Blüte durch äußere Agentien vermittelt. Im einfachsten Falle bleibt es dem Winde überlassen, die Rolle des Vermittlers bei den räumlich getrennten Blüten zu übernehmen. Sehr häufig aber sind es Tiere und zwar meistens Insekten, die den Blütenstaub transportieren, und dabei übernimmt dann die Blütenhülle in den meisten Fällen eine wichtige Funktion. Sie macht durch ihre auffällige Färbung die Insekten aufmerksam, sie bietet ihnen durch die Gestaltung ihrer Blätter einen bequemen Platz zum Anfliegen, sie nötigt sie beim Besuch der Blüte zu Bewegungen und Körperstellungen, durch welche die Tiere mit den Pollensäcken und mit der Narbe des Fruchtknotens in Berührung gebracht werden. Den Lohn für die unfreiwillig übernommene Arbeit finden die Pollenträger in dem Genusse des Honigs, der in der Blüte als Anlockungsmittel für sie gebildet worden ist, und dessen Vorhandensein ihnen in vielen Fällen der Blütenduft verrät.

Es wäre wohl eine dankbare Aufgabe, die Einzelheiten des Vorganges der Fremdbestäubung durch Insekten an einigen besonders auffälligen Beispielen näher zu verfolgen. Ich muß es mir aber versagen, auf diese Dinge näher einzugehen, die schnell vorrückende Zeit zwingt mich, die allgemeinen Erörterungen abzubrechen, um Ihnen endlich die Pflanzen selber vorzuführen, deren nähere Bekanntschaft ich Ihnen im Anfange meines ersten Vortrages in Aussicht gestellt habe: unsere wichtigsten Kulturpflanzen, die Getreidegräser.

Wenn Zeit und Umstände es gestatteten, würde ich Sie jetzt an ein im Ährenschmuck stehendes Getreidefeld führen, dessen schlanke Halme im sanften Sommerwinde hin und her schwanken, so daß es wie Wasserwogen über das Ährenfeld dahinläuft. Ich würde Ihnen dort leichter als hier den Bau der lebenden Pflanze erklären und Sie auf die Unterschiede aufmerksam machen können, welche zwischen den verschiedenen Getreidearten bestehen und welche uns als Erkennungszeichen dienen. Aber draußen herrscht noch der Winter, auf den kaum schneefrei gewordenen Feldern ist das Wintergetreide kaum als dürftiger grüner Rasen zu erkennen. Bis das Ährenfeld im Sommerwinde wogt, werden

noch viele Wochen und Monate vergehen. Wir müssen uns also statt der lebenden Pflanzen mit den Mumien*) behelfen und müssen unsere Phantasie zu Hilfe nehmen, um uns aus diesen gepreßten und getrockneten Exemplaren das Bild des Lebens wieder erstehen zu lassen.

Die Getreidepflanzen zeigen in ihrem Körperbau sehr große Übereinstimmung, nur die Form und Zusammensetzung der Blüten- oder der Fruchtstände läßt auffällige Verschiedenheiten erkennen. Der Hafer hat eine lockere Rispe; die kolbenartig gedrungene Ähre des Weizens setzt sich aus vielen scheinbar unregelmäßig aneinander gedrängten Teilen zusammen; die Gerstenähre trägt je nach der Art zwei, vier oder sechs regelmäßige Längsreihen von bedeckten Körnern, die sich oben in einer langen, borstenartigen Granne fortsetzen; die mehr schmächtigen und seitlich zusammengedrückten Ähren des Roggens tragen nur kurze, feine Grannen. Sehen wir aber von den Ähren und Rispen ab, so ist es nicht leicht, durchgreifende Unterschiede zwischen diesen Pflanzengestalten zu finden; ja es gibt nur wenige Botaniker, welche imstande sind, auf den ersten Blick zu unterscheiden, ob ein Getreidefeld, dessen Halme noch keine Ähren oder Rispen haben, Weizen oder Roggen, Gerste oder Hafer trägt, und das in dieser Beziehung geübtere Auge des Landmannes läßt sich bei der Unterscheidung auch mehr durch äußere Umstände leiten als durch die Gestalt der Pflanzen selbst. Ein faseriges, nicht sehr tief gehendes Wurzelwerk, ein schlanker, aufrechter Halm, der in weiten Abständen einzelne schmal bandförmige Blattflächen trägt und oben mit dem Blütenstand abschließt, ist in gleicher Weise allen vier Getreidearten eigen. Für uns erwächst daraus die Annehmlichkeit, daß wir die vegetativen Teile der Pflanzen nicht in jedem Falle besonders zu beschreiben haben, sondern für alle Arten eine gemeinsame Darstellung geben können. Ich will mich aber nicht darauf beschränken, Ihnen die Glieder des Pflanzenkörpers, wie wir sie hier an den getrockneten Exemplaren vorfinden, einfach nach Zahl, Maß und Gestalt zu beschreiben, sondern ich will die Entwicklungsgeschichte der Pflanze verfolgen, ich will versuchen, Ihnen das Werden und Entstehen der Organe, ihre Aufgabe und Leistung, kurz den Organismus in voller Lebenstätigkeit zu schildern.

---

*) In den Vorträgen wurden getrocknete Exemplare der Getreidegräser zur Demonstration verwendet.

Ich will dabei von dem jüngsten Stadium, in dem sich die Pflanze überhaupt unserm Auge präsentiert, von dem Keimling im Samen, ausgehen. Die Früchte der Getreidearten unterscheiden sich äußerlich so wesentlich voneinander, daß es auch dem Laien nicht schwer sein kann, sich ihre Unterschiede einzuprägen. Weizen und Roggen haben ein nacktes Korn, welches an dem einen Ende einen Bart feiner Härchen trägt. Beim Weizen ist das Korn hellgelb und etwas geschwollen, beim Roggen ist es dunkler, bläulichgrau und schlanker. Das Korn des Hafers und der Gerste ist von pergamentartigen Häuten eingehüllt. Bei dem kurzen, dicken Gerstenkorn erkennen wir an der Umhüllung scharf hervortretende Längskanten, so daß der Querschnitt des Kornes eckig wird. Das lange, schmale Haferkorn ist glatt und von rundlichem Querschnitt.

Mehr als die äußere Gestalt interessiert uns hier zunächst die innere Beschaffenheit des Kornes. Wir stellen uns, um über den inneren Bau des Kornes Aufschluß zu erlangen, einen Längsschnitt her, welcher das Korn in zwei spiegelbildlich gleiche Hälften teilt. Der Schnitt muß also die Längsfalte, die jedes Getreidekorn auf der einen Seite besitzt, in sich aufnehmen. Mit Hilfe des Vergrößerungsglases können wir nun an der halbierten Schnittfläche des Kornes verschiedene Teile wahrnehmen.

In Fig. 6 ist ein derartig halbiertes Weizenkorn in etwa zwölffacher Vergrößerung dargestellt. Das Korn ist in der Figur so angeordnet, daß das bärtige Ende *h* nach oben, die vom Schnitt getroffene Längsfalte nach rechts gekehrt ist. In der linken Hälfte der Figur ist also der Schnitt wirklich durch das Gewebe des Korns hindurchgegangen. Wenn wir von der in der Figur mit *p* und *n* bezeichneten, in der Natur gelblich gefärbten Schale des Korns absehen, so zeigt die Schnittfläche eigentlich nur zwei wesentliche Teile, nämlich einmal den in der Figur weggelassenen und mit *m* bezeichneten mehlhaltigen Teil und zweitens den mit dem Buchstaben *k* bezeichneten Keimling, die Anlage der jungen Pflanze. Der mehlhaltige Teil stellt einen Nahrungsspeicher für die junge Pflanze dar, er enthält die Mitgift der Mutterpflanze für ihre Nachkommenschaft. Man bezeichnet diesen Teil wohl im Vergleich mit dem Vogelei als das Sameneiweiß. Besser ist es freilich, den allerdings fremdsprachlichen, aus griechischen Worten gebildeten Namen Endosperm anzuwenden, denn unter dem Namen Eiweiß versteht man gewöhnlich eine bestimmte organische Sub-

stanz, welche im weißen Teil des Hühnereies in Menge zu finden ist, welche aber in dem Endosperm des Getreides nur in einem geringen Prozentsatz angetroffen wird. Der größere Teil der Nährstoffe, welche in dem Getreidekorn abgelagert sind, wird vielmehr von der Stärkesubstanz gebildet, welche in Form kleiner Körnchen von verschiedener Gestalt den Endospermkörper erfüllt.

Wenden wir nun unsere Aufmerksamkeit dem Keimling *k* zu, so können wir nicht verkennen, daß der jungen Pflanze schon in diesem frühesten Entwicklungsstadium diejenige Gliederung eigentümlich ist, welche, wie wir in dem ersten Vortrage gesehen haben, den Grundplan des Baues aller höheren Pflanzen bildet. Nach unten hin streckt sich als kleines, vorne abgerundetes Zäpfchen die Keimwurzel *w*. Der von der Weiselinie des Buchstaben *k* getroffene massivere Teil ist die Sproßachse, welche oben die tutenförmig ineinandergeschobenen Anlagen einiger Blätter trägt. Nur ein Teil des Keimlings könnte uns hinsichtlich seiner Deutung Schwierigkeiten machen; es ist das plattenförmige Stück, welches unmittelbar an dem Endospermkörper anliegt. Wegen seiner schildförmigen Gestalt wird dieses Organ als Schildchen bezeichnet. Es entspringt wie ein Blatt aus der Sproßachse des Keimlings und wird deshalb als erstes und ältestes Blatt der jungen Pflanze gedeutet. Seine Aufgabe ist allerdings eine wesentlich andere als diejenige der Laubblätter. Das Schildchen ist das Saugorgan, durch dessen Vermittlung der Keimling sich bei der Keimung die im Endosperm abgelagerten Nährstoffe aneignet.

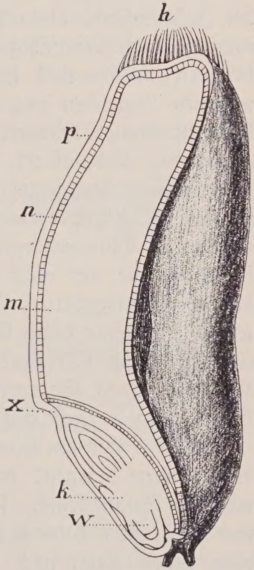


Fig. 6. Längsschnitt eines Weizenkornes, etwa 12 mal vergrößert. *p*, *n* Frucht und Samenschale, *h* Haare, *m* Endosperm, *k* Embryo, *x* Schildchen, *w* Würzelchen.

Der Eintritt des Keimungsprozesses ist von gewissen äußeren Umständen abhängig; vor allen Dingen muß dem keimenden Korn bei einer gewissen Wärme der Luft Wasser zur Verfügung stehen

Wenn die günstigen Keimungsbedingungen ausbleiben, so ruht der Keimling jahrelang, ja selbst jahrzehntelang, ohne zugrunde zu gehen. Gänzlich unverändert bleibt er aber nicht, und wenn die Dauer der Ruhezeit eine gewisse Grenze überschreitet, so muß die Keimkraft des Samens aus natürlichen Gründen für immer verloren gehen. Aber wie verträgt sich mit diesem Satze die Nachricht, die Sie gewiß alle schon einmal gehört oder gelesen haben, — die Nachricht, daß die Getreidekörner in den Pharaonensärgen der Jahrtausende alten ägyptischen Grabdenkmäler nach ihrer Auffindung noch keimfähig waren und eine Weizenspielart hervorbrachten, welche noch heute unter dem Namen Mumienweizen in manchen Gegenden angebaut wird? Ich muß die in der Tagesliteratur immer wiederkehrende Legende von der an Unsterblichkeit grenzenden Lebenskraft der Getreidesamen leider zerstören. Die Bezeichnung Mumienweizen ist ein Phantasiename für eine durch moderne Züchtung entstandene Abart des Weizens. Wenn Körner, welche aus Mumiensärgen entnommen waren, wirklich gekeimt sind, so waren sie vor nicht zu langer Zeit von den Arabern, welche bei den Gräberstätten Ägyptens die Fremdenführer machen und welche sich gerne durch Entdeckung und Abgabe interessanter Funde ein Backschisch (Trinkgeld) erwerben, hineingeschmuggelt worden. Keimung eines Samenkornes, dessen Alter wirklich bis auf die Pharaonenzeit zurückreicht, ist niemals beobachtet worden.

Wenn wir ein keimfähiges Getreidekorn in günstige Keimungsbedingungen bringen, indem wir es etwa bei Zimmerwärme auf feuchten Sand legen, so nimmt das Korn zunächst Wasser auf und vergrößert dadurch nicht unbeträchtlich seinen Umfang. Schon nach kurzer Zeit, nach einem oder nach einigen Tagen, nehmen wir mit bloßem Auge eine weitere Veränderung wahr, welche sich als den Beginn der Keimung darstellt. Das Würzelchen der Keimpflanze durchbricht die Schale des Kornes und tritt, indem es sich streckt, bald mehr und mehr aus der Durchbruchsstelle wie aus einer Scheide hervor. Nicht lange nachher schiebt sich auch die von den ersten Blattanlagen umhüllte Sproßspitze aus der Umhüllung hervor.

Wir wollen zunächst nur die Entwicklung der Wurzel verfolgen, indem wir uns die Betrachtung der Sproßbildung für später vorbehalten. Die Fig. 7 stellt ein von seiner Umhüllung befreites keimendes Haferkorn von außen und im Längsschnitt dar. Das Korn lag bei der Keimung so auf dem feuchten Sand,

daß die Wurzel des Keimlings nach rechts seitwärts gerichtet war. Das Würzelchen *w* hat bei seinem Austritt aus der Schale direkt eine Krümmung erfahren und schlägt nun von Anfang an die der Wurzel eigentümliche Wachstumsrichtung senkrecht abwärts ein. Dieselbe Abwärtskrümmung tritt auch ein, wenn wir das Korn in irgend einer anderen beliebigen Lage zum Keimen bringen; stets wendet sich die junge Wurzel mit ihrer Spitze gegen den Mittelpunkt der Erde. Man bezeichnet diese Eigenschaft der Wurzel, sich selbsttätig in die Richtung des Erdradius einzustellen, als Geotropismus. Die äußere Kraft, welche die Richtungsbewegung der wachsenden Wurzel beherrscht, ist die Schwerkraft, die Anziehungskraft der Erde.

Wir können uns davon leicht durch ein Experiment überzeugen. Wenn es auch nicht gelingen kann, die Schwerkraft aufzuheben, so ist es doch möglich, die einseitige Einwirkung, welche sie auf die wachsenden Pflanzenteile ausübt, dadurch auszugleichen, daß man die Lage der Pflanzenteile zur Richtung der Schwerkraft beständig ändert, so daß bald die eine, bald die andere von zwei gegenüberliegenden Seiten der Einwirkung in einer bestimmten Richtung ausgesetzt ist. Man benutzt zu diesem Versuch gewöhnlich den Apparat, den Sie hier (in Fig. 8) vor sich sehen; derselbe wird als Klinostat bezeichnet. Die Wirkungsweise des Klinostaten ist leicht zu übersehen. Ein kräftiges Uhrwerk dreht eine lange Stahlachse mit möglichster Vermeidung von Erschütterungen langsam und gleichmäßig. Eine Vorrichtung an dem Uhrwerk gestattet, die Zahl der Umdrehungen in einem bestimmten Zeitabschnitt innerhalb gewisser Grenzen zu regulieren. Wir können die Achse noch langsamer und noch schneller sich drehen lassen. So wie der Apparat jetzt für unsern Versuch eingestellt ist, macht die Stahlwelle in der Stunde etwa zwei ganze Umdrehungen. Auf der Stahlwelle ist ein feuchter Torfwürfel befestigt, an dessen Oberfläche Samen zur Keimung gebracht werden können. Um die Austrocknung des Torfwürfels hintanzuhalten, ist ein mit zwei Korken an der Stahlwelle befestigter Glaszylinder über denselben geschoben. Man kann ganz gut auch Getreidekörner zu dem

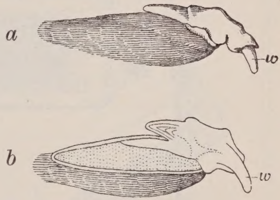


Fig 7. Keimendes Haferkorn. *a* von außen, *b* im Längsschnitt, *w* die Keimwurzel.

Keimversuch am Klinostaten verwenden, nur müßte man dann die einzelnen Körner in geeigneter Weise an dem Torfwürfel festheften. Bequemer ist es aber, die Samen der Gartenkresse für den Versuch zu benutzen. Der Kressensamen bildet an seiner Oberfläche bei der Benetzung einen kleberigen Schleim, durch welchen sich die Körnchen an den Flächen des Torfwürfels festhängen, so daß wir keiner weiteren Befestigungseinrichtung, wie sie beim Getreidekorn nötig wäre, bedürfen. Außerdem hat der Kressensamen die für uns vorteilhafte Eigenschaft, daß er sehr schnell keimt. Diese Eigenschaft hat ja in dem bekannten von

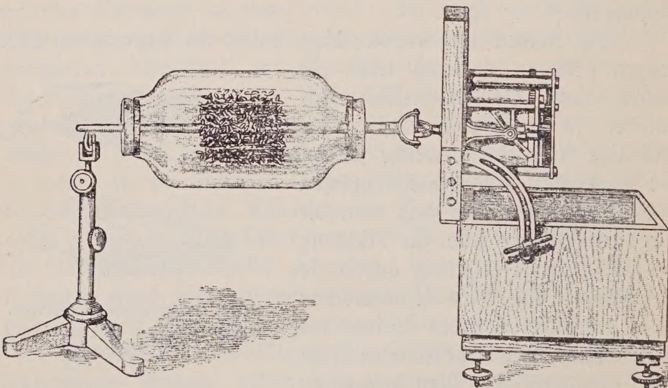


Fig. 8. Klinostat. Apparat zum Nachweis der Tatsache, daß die Wachstumsrichtung der Wurzel durch die Wirkung der Schwerkraft bedingt ist.

Schubert in Musik gesetzten Gedichte: „Ich schnitt es gern in alle Rinden ein" auch eine poetische Verherrlichung gefunden.

Der Dichter singt:

„Ich sät' es gern in jedes frische Beet
Mit Kressensamen, der es schnell verrät."

Schon nach einigen Stunden beginnen die auf den feuchten Torfwürfel gebrachten Samen die ersten Keimungserscheinungen zu zeigen, indem das Würzelchen wie bei dem Getreidekorn die Samenschale durchbricht. Durch die Rotation des Torfwürfels mit dem keimenden Samen wird nun verhindert, daß sich eine einseitige Wirkung der Schwerkraft auf das Würzelchen geltend machen kann. Diejenige Seite einer Wurzel, welche vor einer Viertelstunde nach

oben gekehrt war, ist jetzt nach unten gewendet. Die Einwirkung, welche die Schwerkraft vor einer Viertelstunde auf die Wurzel ausgeübt hat, wird also jetzt durch die gleich starke und gleich lange dauernde Einwirkung der Schwerkraft im entgegengesetzten Sinne völlig wieder ausgeglichen. Es kann sich demnach bei fortgesetzter Umdrehung niemals ein einseitig wirkender Einfluß der Schwerkraft auf die Kressekeimlinge geltend machen. Und jetzt, nachdem die Keimpflanzen auf dem Torfwürfel des Klinostaten bereits einige Toge alt geworden sind, sehen Sie denn auch deutlich, daß die Wurzeln keine bestimmte Richtung angenommen haben. Einige wenden sich direkt von der Oberfläche des Torfstücks fort in den Luftraum hinaus, andere haben sich umgekehrt der Oberfläche angeschmiegt oder wachsen in seitlicher Richtung. Die Keimwurzeln sind eben, da sie dem richtenden Einfluß der Schwerkraft entzogen waren, einfach in derjenigen Richtung geradeaus weiter gewachsen, in die sie bei der Aussaat durch das Spiel des Zufalls gekommen sind.

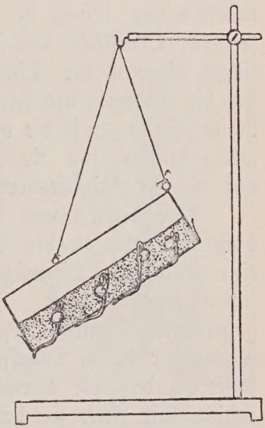


Fig. 9. Apparat zum Nachweis der Tatsache, daß die Wachstumsrichtung der Wurzel durch den relativen Feuchtigkeitsgehalt der Umgebung beeinflußt wird.

Nur bei einigen wenigen Keimlingen können wir im günstigsten Falle eine geringe Ablenkung der Wurzel von ihrer ursprünglichen Richtung gegen die Oberfläche des Torfwürfels hin wahrnehmen. Hier hat sich eine andere richtende Kraft geltend gemacht. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft, welche den Torfwürfel umgibt, ist natürlich nicht überall der gleiche, vielmehr wird die der feuchten Torfoberfläche anliegende Luftschicht in der Regel einen größeren Wassergehalt besitzen, als die entfernteren Luftteile. Die Wurzeln der Keimpflanzen besitzen nun in einem gewissen Grade die Fähigkeit, sich von trockneren Stellen zu feuchteren hinzuwenden, man bezeichnet diese ihre Eigenschaft als Hydrotropismus.

Um Ihnen die Erscheinung des Hydrotropismus in einleuchtender Weise vorzeigen zu können, habe ich hier einen

zweiten Versuch angestellt, den ich mit wenigen Worten erläutern kann (Fig. 9). Ein runder Blechrahmen, der wie ein Sieb unten mit Tüll überspannt ist, enthält feuchtgehaltenes Sägemehl, in welches Gerstenkörner ausgesäet wurden. Der Apparat wurde vermittelst dreier Schnüre schräge an einem Traggestell aufgehängt. Die Wurzeln der keimenden Gerste haben sich, dem Einfluß der Schwerkraft folgend, nach abwärts den Weg durch die Sägespäne gebahnt und sind durch die Maschen des Tülls hindurch an der Unterseite des Siebes zum Vorschein getreten. An dieser Stelle ändern sie nun deutlich ihre Wachstumsrichtung, indem sie von der Senkrechten abweichend sich der feuchten Oberfläche des Tüllnetzes dicht anschmiegen. Im natürlichen Verlauf der Dinge wird allerdings der Hydrotropismus für die Wurzeln des keimenden Getreides nur eine untergeordnete Rolle spielen, da ja die viel mächtigere Einwirkung der Schwerkraft allein genügt, um die Wurzel in die für sie auch in Hinblick auf die Feuchtigkeitsverhältnisse günstigste Richtung zu bringen.

Wir dürfen uns die Einwirkung der Schwerkraft nicht so vorstellen, als ob die Spitze der wachsenden Wurzel etwa wie eine zähflüssige teigartige Masse durch ihr eigenes Gewicht nach unten gezogen wird. Indem wir die Wurzel eines fest eingespannten Samens gegen eine Briefwage wachsen lassen, oder indem wir sie in Quecksilber eindringen lassen, können wir konstatieren, daß die Vorwärtsbewegung in der Richtung des Erdradius mit einer beträchtlichen Kraft erfolgt, welche das Eigengewicht des wachsenden Wurzelstückes vielmals übersteigt. Das Eigengewicht der Wurzel würde ja auch in keinem Falle genügen, um die Wurzelspitze der Keimpflanze in das Erdreich hineinzuschieben. Wir müssen vielmehr das Eindringen der Wurzel in den Boden gleichfalls auf die Rechnung jener inneren Kraft setzen. Das Wachstum, die Verlängerung des Wurzelkörpers, durch welche die Spitze der Wurzel in der unter dem Einfluß der Schwerkraft eingeschlagenen Richtung vorwärts gedrängt wird, erfolgt nicht in der ganzen Länge der Wurzel gleichmäßig, sondern es ist nur ein verhältnismäßig kurzer Abschnitt unmittelbar hinter der Wurzelspitze, welcher die Streckung erfährt und dabei die Wurzelspitze selber vor sich her schiebt. Die letztere ist durch eigenartige Baueinrichtungen für das Eindringen und Vorrücken zwischen den Gesteinsteilchen, aus denen der Erdboden besteht, besonders ausgerüstet. Die Betrachtung der Wurzel mit dem

Vergrößerungsglase lehrt uns, daß die Spitze des eigentlichen Wurzelkörpers mit einem kappenförmigen Überzug versehen ist, welcher als Wurzelhaube bezeichnet wird (Fig. 10 A). Besonders leicht können wir die Gestalt der Wurzelhaube studieren, wenn wir eine junge Wurzelspitze mit scharfem Messer der Länge nach halbieren. Die Abbildung B der Fig. 10, welche eine längshalbierte Wurzel in etwa 14 maliger Vergrößerung wiedergibt, läßt erkennen, daß die Wurzelhaube in ganz ähnlicher Weise die Wurzel bedeckt, wie etwa ein Fingerhut den Finger. Und ähnlich, wie der Fingerhut die Fingerspitze vor Verletzungen mit der Nadel bewahrt, schützt auch die widerstandsfähigere Wurzelhaube die empfindliche Wurzelspitze gegen Ritzungen und Eindrücke durch die scharfen Kanten der Gesteinstrümmerchen des Erdreiches, an denen sie vorbeigeschoben wird. Die Wurzelhaube besitzt außerdem an ihrer Oberfläche eine schleimig-schlüpfrige Beschaffenheit und vertritt so zugleich die Stelle eines Schmiermittels, welches die Wurzelspitze leicht an den Unebenheiten des sie umgebenden Erdbodens vorbeigleiten läßt.

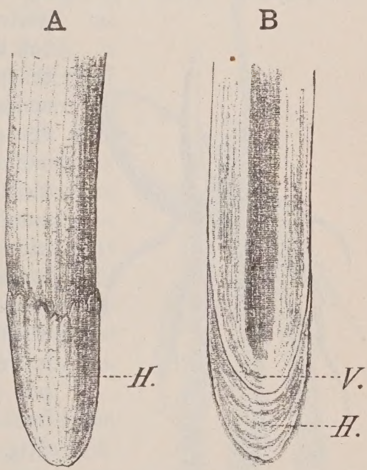


Fig. 10. Spitze einer Wurzel, A von außen, B im Längsschnitt. Vergrößert. *H* die Wurzelhaube. *V* die Spitze des Wurzelkörpers.

Die Hauptwurzel, welche wir aus dem keimenden Getreidekorn hervortreten sehen, bleibt nicht lange allein. Bald treten neben und über derselben andere völlig gleichgestaltete Würzelchen aus der Sproßachse des Keimlings hervor und dringen gleichfalls in den Erdboden ein. Man bezeichnet sie gegenüber der zuerst auftretenden Hauptwurzel als Nebenwurzeln. Auf diese Weise entsteht allmählich ein büscheliges Wurzelsystem aus einzelnen ziemlich gleichmäßigen Wurzelsträngen.

Sobald die jungen Wurzeln eine Länge von einigen Millimetern erreicht haben, beginnt ihre Oberfläche etwas oberhalb der

Wurzelhaube sich mit einem zarten Haarüberzug zu bedecken, der dem bloßen Auge als weißer sammetartiger Flaum erscheint. Die zarten Härchen, welche diesen Flaum bilden, werden Wurzelhaare genannt. Wir benutzen, um die Wurzelhaare zu beobachten, am besten Keimpflanzen, deren Wurzeln sich in feuchter Luft entwickelt haben. In Fig. 11 ist ein oberirdisch keimendes Weizenkorn in etwa fünffacher Vergrößerung gezeichnet, welches bereits fünf Wurzeln entwickelt hat. Sämtliche Wurzeln zeigen an ihrer Oberfläche den Wurzelhaarfilz, welcher fast bis zur Wurzelhaube hinab die ganze Wurzelhaube überzieht. Bei stärkerer Vergrößerung erkennt man, daß die Wurzelhaare glashelle, zylindrische Schläuche von ziemlich gleichmäßiger Länge sind. Kommen die Wurzelhaare im Erdboden zur Entwicklung, so legen sie sich fest an die Gesteinsteilchen des Erdbodens an und verwachsen geradezu mit denselben. Hebe ich von den Weizenkeimpflanzen, welche in einem Blumentopfe in feuchtem Sande erwachsen sind, einige vorsichtig heraus, so bekomme ich niemals glatte Wurzeln zu sehen, sondern in jedem Falle sind die Wurzeln, wie Sie sehen (Fig. 12), mit einer dichten Hülle von Sandkörnchen umgeben, welche nicht abgeschüttelt oder abgestreift werden können, ohne daß zugleich die Wurzelhaare, welche mit ihnen verwachsen sind, beschädigt oder abgerissen werden. Die Verwachsung der Wurzelhaare mit den Bodenteilchen ist ein Mittel, um die ausgewachsenen Wurzelteile im Erdboden zu befestigen. Diese Teile bilden dann ein festes Widerlager für den sich streckenden Abschnitt der Wurzel unmittelbar hinter der Spitze, so daß die ganze Kraft, welche durch die Streckung ausgeübt wird, nach unten auf die Wurzelspitze wirkt und dieselbe immer tiefer in den Boden hinabdrückt. Die Wurzelhaare haben aber noch eine andere sehr wesentliche Bedeutung. Sie sind die Organe, vermittelst welcher die Wurzeln das Wasser aus dem Erdboden

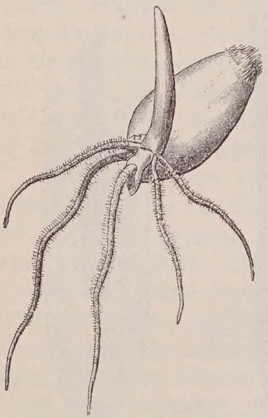


Fig. 11. Keimpflanze des Weizen. Die Wurzeln sind mit Wurzelhaaren bedeckt.

in sich aufnehmen. Um Ihnen diesen Prozeß richtig erklären zu können, muß ich Sie an ein bekanntes physikalisches Experiment erinnern. Wenn man eine unverletzte, mit Salzwasser gefüllte und fest verbundene Schweinsblase in reines Wasser legt, so schwillt dieselbe allmählich mehr und mehr an und wird straff. Die Salzlösung übt auch durch die geschlossene Wand der Blase eine Anziehung auf das sie umgebende Wasser aus und bewirkt, daß immerfort Wasserteilchen durch die Substanz der Blasenwand hindurch in das Innere wandern. Der Physiker nennt den Prozeß, welcher sich hier abspielt, Osmose oder Endosmose. In ganz ähnlicher Weise tritt das im Erdboden vorhandene Wasser durch die unverletzte Wand der schlauchförmigen Wurzelhaare in das Innere und gelangt von dort in den Körper der Wurzel hinein. Dort sind besondere Leitungsröhren für das Wasser vorhanden, durch welche dasselbe nach oben zu der Sproßachse und zu den Blättern emporgeleitet wird.

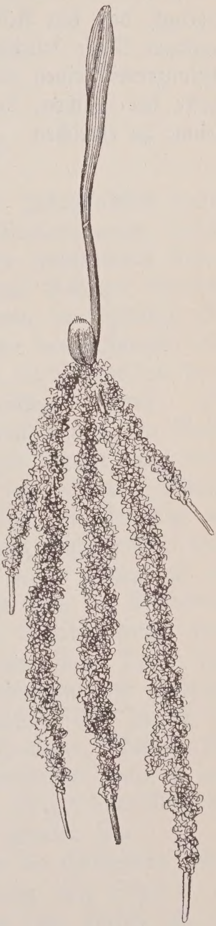


Fig. 12. Keimpflanze des Weizen im Sand erwachsen. Die Wurzeln sind mit einer Hülle von Sandkörnchen umgeben, welche durch die Wurzelhaare festgehalten werden.

Die einzelnen Wurzelhaare haben nur eine verhältnismäßig kurze Lebensdauer. Während an dem hinter der Spitze zuwachsenden Teil der einzelnen Wurzel fort und fort neue Wurzelhaare gebildet werden, sterben die Wurzelhaare an den älteren Teilen der Wurzel ab, nachdem sie einige Zeit hindurch ihre Aufgabe erfüllt haben. Auf diese Weise werden von der fortwachsenden Wurzel immer neue Bodenteile für die Versorgung der Pflanze mit Wasser und Nährstoffen ausgenutzt.

Die Verzweigung, welche die Wurzeln der Getreidepflanzen durch die Bildung von Seitenwurzeln erfahren, ist

nicht sehr beträchtlich. Indem aber neben der Hauptwurzel immer mehr und mehr Nebenwurzeln aus der Sproßachse hervorbrechen, wird allmählich ein faseriges, büscheliges Wurzelsystem erzeugt, das den Ackerboden in einem gewissen Umfange bis zu mäßiger Tiefe durchzieht, tief genug, um für den oberirdischen Pflanzenteil einen sicheren Halt abzugeben und um die Nährstoffe der weichen, durch die Ackerbestellung vorbereiteten Bodenkrume zu erreichen.

Dritter Vortrag.

Die Naturforscher des 17. und 18. Jahrhunderts waren der Ansicht, daß alle Umwandlungen und Veränderungen, welche sich an dem heranwachsenden Pflanzenkörper wahrnehmen lassen, lediglich auf einer Entwicklung vorhandener Anlagen beruhen. Sie nahmen an, daß an dem im Samen der Pflanze eingeschlossenen Keimling bereits alle Wurzeln und Zweige, alle Blätter und Blüten angelegt seien, und daß die Pflanze nur durch Heranwachsen der vorhandenen Anlagen zustande komme. Die logische Folge des Satzes, daß alle Organbildung in der Natur auf bloßer Entwicklung vorhandener Anlagen beruhe, war dann die Annahme, daß auch der Keimling der jetzt lebenden Pflanze mit allen seinen Teilen bereits in der Anlage im Keimling der Mutterpflanze enthalten gewesen sein müsse, daß endlich überhaupt alle Individuen einer Pflanzenart, welche bisher auf der Erde gelebt haben und welche in Zukunft noch zur Entstehung gelangen werden, bereits in der allerersten Stammpflanze, wenn auch in unendlich kleinen Anlagen, mit allen ihren Teilen vorhanden gewesen sein müssen. In den Bäumen und Kräutern des Paradieses sollte die gesamte Vegetation, die jemals die Erde bedecken wird, mit allen Wurzeln, Zweigen, Blättern und Blüten in Miniaturanlagen von Gott geschaffen sein, in dem Körper der Eva sollten die unendlich kleinen Körper aller Menschen mit allen Sinnen und Gliedern enthalten gewesen sein.

Wir wissen heute mit Sicherheit, daß die Entstehung neuer Individuen auf einer wirklichen Neubildung von Organen beruht, und unsere Grundanschauungen von dem Wesen der belebten Natur haben sich so gänzlich geändert, daß uns die Lehre von der Präformation, an welcher in den früheren Jahrhunderten auch die geistvollsten Naturforscher mit Zähigkeit festhielten, und vollends die daraus abgeleitete Einschachtelungs-

oder Einwicklungstheorie, wonach die Keime aller Wesen bereits in den am Anfang von Gott geschaffenen vorgebildet waren, geradezu absurd erscheint.

Aber wir dürfen nicht vergessen, daß jenen Männern die verbesserten Methoden der Naturbeobachtung nicht zur Verfügung standen, und daß ihnen vor allem die naturwissenschaftliche Erfahrung fehlte, welche uns die Arbeit des 19. Jahrhunderts verschafft hat.

Mit Hilfe des Vergrößerungsglases können wir den Satz, daß alle Organe der erwachsenen Pflanze bereits am Keimling als Miniaturanlagen vorhanden seien, mit Leichtigkeit widerlegen. Wir haben in unserem letzten Vortrag die Gestalt des in den Getreidesamen eingeschlossenen Keimlings kennen gelernt. Außer dem Keimwürzelchen, dessen Entwicklung wir gestern verfolgt haben, fanden wir am Keimling eine Sproßachse vor, welche neben dem als Saugorgan dienenden Schildchen an seiner Spitze bereits einige Blattanlagen trägt. Scheinbar wird durch diesen Befund die Annahme von der Präformation der Organe bestätigt, aber wir wissen, daß der Keimling des Samens nach der Befruchtung erst aus einem kleinen gänzlich ungegliederten Bläschen, dem in der Samenanlage verborgenen Ei, hervorgegangen ist, daß also die am Keimling des ruhenden Samens vorhandenen Anlagen erst im Laufe der Samenbildung entstanden sind. Und außerdem repräsentieren die Anlagen an der Spitze der Achse des Keimlings durchaus nicht alle Organe, welche wir an der heranwachsenden Pflanze auftreten sehen. Es muß also auch während der Entwicklung der Keimpflanze noch eine Neubildung von Organen erfolgen. Sehen wir uns darauf hin einmal die Achse eines Getreidekeimlings etwas näher an.

Wenn wir vorsichtig Blatt um Blatt von dem Sproß eines Keimlings entfernen, so gelangen wir allmählich zu immer jüngeren und immer einfacheren Anlagen. Zuletzt stoßen wir auf das jüngste Blatt, das in Gestalt eines einseitig zum Gipfel ausgezogenen Ringwulstes um die völlig glatte, kuppenförmige Spitze der Sproßachse herumgreift, wie es die Fig. 13 in starker Vergrößerung zeigt. Dort also, wo wir nach der Präformationslehre den oberen Teil des Sprosses und vor allen Dingen die Ähre in Miniaturanlage zu erwarten hätten, finden wir die glatte Oberfläche der gänzlich ungegliederten

Sproßachse vor. Man bezeichnet die kuppenförmige Spitze der Sproßachse als den Vegetationspunkt. Indem wir die Sproßspitze von Getreidekeimlingen in den verschiedensten Entwicklungsstadien der gleichen Untersuchung bei stärkerer Vergrößerung unterziehen, lernen wir nacheinander die einzelnen Entwicklungsstadien kennen, durch welche aus dem Vegetationspunkt der Sproßachse neue Organe ausgegliedert werden, und können uns daraus den gesamten Entwicklungsgang der Blätter und der Blüten zusammenreimen.

Wir lernen dabei das Gesetz kennen, daß die Anlage neuer Organe an dem Vegetationspunkt in regelmäßiger Aufeinanderfolge von unten nach oben vor sich geht, derart, daß die jüngste

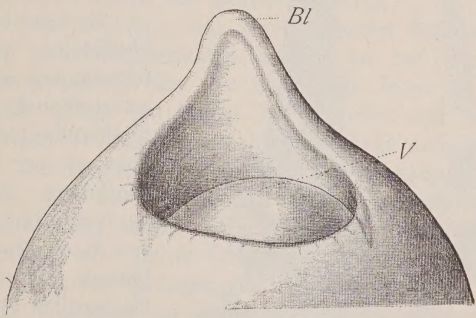


Fig. 13. Spitze der Keimlingsachse des Weizens, stark vergrößert. *Bl* die jüngste Blattanlage. *V* der völlig ungegliederte Gipfel der Sproßachse.

Anlage stets dem Scheitel des Vegetationskegels am nächsten steht. Die Blätter einer Getreidepflanze sind also um so älter, je weiter sie von der Sproßspitze entfernt stehen. Auch insofern ist bei der Entstehung der Anlagen am Vegetationspunkt eine unveränderliche Gesetzmäßigkeit vorhanden, als der Platz, an welchem die jüngste Blattanlage zur Ausgliederung gelangt, stets der vorhergehenden Blattanlage genau am Sproßumfang gegenüberliegt. Das in Fig. 13 dargestellte jüngste Blatt steht nach hinten an dem Vegetationspunkt, die nächste Blattanlage würde also an diesem Vegetationspunkt an der Vorderseite aufgetreten sein und so fort auch die folgenden Anlagen stets abwechselnd an dem Scheitel hinten und vorne. Die Folge dieser regelmäßigen Abwechslung in der Stellung der Blattanlagen ist die, daß auch

am erwachsenen Getreidehalm die fertigen Blätter in zwei gegenüberstehenden Zeilen angeordnet sind.

Dieselbe Gesetzmäßigkeit, welche wir bei Anlage der Blätter am Vegetationspunkt der Getreidepflanze kennen gelernt haben, ist auch bei den anderen Blütenpflanzen vorhanden. Auch dort treten die jüngsten Anlagen über den bereits vorhandenen am Vegetationspunkt hervor und stehen bezüglich ihrer Anordnung an der Achse zu den älteren Anlagen in einer bestimmten Abhängigkeit. Der Ort ihrer Entstehung ist nicht zufällig, sondern bedingt durch die Stellung der vorhergegangenen Anlagen.

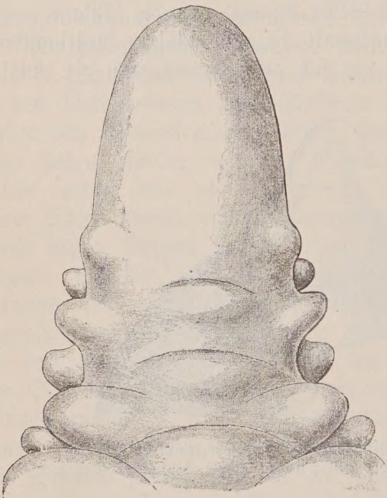


Fig. 14.
Sproßspitze einer Wasserpflanze (Elodea), vergrößert.

Verhältnismäßig leicht übersichtlich ist die Gesetzmäßigkeit an dem Vegetationspunkt gewisser Wasserpflanzen, welcher nicht wie der in Fig. 13 abgebildete Vegetationspunkt einer Getreidepflanze eine flache Kuppe bildet, sondern zapfenförmig über die jüngsten Blattanlagen emporragt, wie das in Fig. 14 dargestellt ist. Diese Figur zeigt uns die Sproßspitze von Elodea, einem zierlichen Wasserpflänzchen, das durch seine eigentümliche Verbreitungsgeschichte in Verruf gekommen und den unschönen Namen „Wasserpest" oder auch wohl „Kanadische Wasserpest" erhalten hat.

Die Pflanze ist eigentlich in Nordamerika zu Hause, seit den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ist sie aber bei uns eingebürgert und gedeiht überall in stehenden und langsam fließenden Gewässern so üppig, daß manche heimische Pflanze durch sie zurückgedrängt worden ist. Ihre Ausbreitung über Europa ging sehr schnell vor sich, und die Pflanze wucherte bald in gewissen norddeutschen Seen und Flüssen so massenhaft, daß die Menge

des abströmenden Wassers, die Handhabung der Schleusen an den Schiffahrtsstraßen und die Binnenschiffahrt selber in nicht unerheblicher Weise ungünstig beeinflußt wurden. Man fürchtete, daß die Belästigungen mit den Jahren steigen würden; es hat sich aber gezeigt, daß die Befürchtungen grundlos waren. Die Pflanze hat sich seither in bestimmten Grenzen gehalten. Sie liefert bei ihrer Schnellwüchsigkeit in flachen Wässern ein kalkreiches Düngungsmittel für sandigen Boden und bietet gewisse Vorteile für die Fischzucht, so daß sie von manchen Fachleuten zur Bepflanzung von Aquarien und Fischteichen geradezu empfohlen wird. Die Massenhaftigkeit des Vorkommens sichert uns für jede Jahreszeit günstiges Untersuchungsmaterial für die Prüfung der Verhältnisse am Vegetationspunkt.

Wenn wir vorsichtig mit einem scharfen Rasiermesser die knospenartig zusammengedrängten Blätter an der Spitze eines Sprosses fortschneiden, ohne die Sproßachse selber zu verletzen, so sehen wir zuletzt den Gipfel des Sprosses mit dem Vegetationspunkt als ein feines, von scharfem Auge auch ohne Hilfe einer Lupe direkt wahrnehmbares, weißes Spitzchen vor uns. Die Fig. 14 gibt den oberen Teil dieses Vegetationskegels in starker Vergrößerung wieder. Die Spitze des Zapfens ist ganz ohne Gliederung mit glatter Oberfläche versehen. Weiter nach unten treten die ersten Anlagen von Blättern in Gestalt schwacher wulstförmiger Höckerchen nur wenig über die Oberfläche der Achse hervor. Je weiter wir in der Figur nach unten gehen, desto größer werden die Blattanlagen. Im unteren Teil der Figur erscheinen sie bereits schuppenförmig. Noch weiter unten am Objekt dehnen sie sich zungenförmig und nehmen allmählich die Gestalt an, welche den ausgewachsenen Blättern der Elodea eigentümlich ist. Die Blattanlagen entstehen bei Elodea nicht einzeln, sondern immer gleichzeitig zu dreien in gleicher Höhe im Quirl rings um den Vegetationspunkt. Die aufeinanderfolgenden Quirle sind dann immer so gestellt, daß die drei Blattanlagen des einen Quirles über den Lücken zwischen den Blattanlagen des nächstvorhergehenden Quirles zu stehen kommen. Genau die gleiche Anordnung ist auch an den ausgewachsenen Sprossen der Elodea noch wahrnehmbar. Es sind also im ganzen sechs Zeilen von Blättern vorhanden

Die von oben nach unten an der Sproßachse von Elodea aufeinanderfolgenden Blattanlagen zeigen uns in ihrer Gestalt

zugleich die Entwicklungsphasen, welche das Blatt von seiner ersten Anlage bis zur fertigen Ausbildung durchlaufen muß. Bei den Sprossen der Getreidepflanzen folgten die sukzessiven Blattanlagen am Vegetationspunkte nicht mit gleicher Schnelligkeit aufeinander, so daß wir uns die verschiedenen Entwicklungsstadien eines Laubblattes hier an verschieden weit entwickelten Pflanzen aufsuchen müssen. Wir finden auf diese Weise, daß das Blatt am Vegetationspunkt zuerst wie bei Elodea in Gestalt eines schwachen wulstförmigen Höckers sichtbar wird. Der Höcker greift, indem er hervorwächst, zugleich immer weiter um die Sproßspitze herum, so daß er endlich die Gestalt eines Ringwulstes annimmt, an welchem die Stelle, welche dem zuerst entstandenen Teile des Ringwulstes entspricht, wie die Abbildung in Fig. 13 zeigt, schuppenförmig vorgezogen ist.

Wir können in diesem Entwicklungsstadium schon zwei Teile an der Blattanlage unterscheiden, den eigentlichen Ringwulst und das vorgezogene Spitzchen. Den ersteren wollen wir als Blattgrund, das letztere als Oberblatt bezeichnen. Zu dieser Unterscheidung und Bezeichnung berechtigt uns der Entwicklungsgang, den diese Teile einschlagen. Wenn wir etwas ältere Blattanlagen untersuchen, so finden wir nämlich, daß der Ringwulst allmählich zu einer zylindrischen Hülle wird, von welcher der über der Blattansatzstelle gelegene Teil der Sproßachse, der sich inzwischen durch Wachstum ebenfalls verlängert hat, wie das Schwert von der Scheide umhüllt wird. Dieser Teil des Blattes wird dementsprechend auch als die Blattscheide bezeichnet.

Aus dem Oberblatt aber ist im Laufe der Entwicklung die eigentliche Blattfläche oder Blattspreite hervorgegangen, welche sich am oberen Ende der Scheide ansetzt und als bandartige Platte von der Sproßachse absteht.

Wir müssen nun, bevor wir die Form und Funktion der Teile des ausgewachsenen Blattes näher besprechen, zunächst auf die Entwicklung der Sproßachse selber einen Blick werfen. In der Knospenlage, d. h. in dem Zustand, in welchem sich die Blätter in der Nähe des Vegetationspunktes befinden, stehen die Blattanlagen dichtgedrängt und nehmen fast die ganze Oberfläche der Sproßachse ein. Am ausgewachsenen Halm finden wir die Ansatzstellen der Blätter weit auseinander gerückt, so daß wir an der Sproßachse die Knoten, an denen die Blätter angeheftet sind, und die Zwischenstücke oder Internodien, welche zwischen zwei

Knoten liegen, unterscheiden können. Diese Zwischenstücke, welche den ausgewachsenen Halm der Hauptsache nach zusammensetzen, sind also erst nachträglich durch das Wachstum der Sproßachse gebildet worden. Sie kommen dadurch zustande, daß die Querscheibe der jungen Sproßachse, welche je zwischen zwei Blattanlagen am Vegetationspunkte liegt, sich in der Längsrichtung der Sproßachse stark streckt. Während dieser Streckung, durch welche die Ansatzstellen der Blattanlagen auseinander gerückt werden, gehen auch im Innern des zur Ausbildung gelangenden Zwischenstückes der Sproßachse sehr wesentliche Veränderungen vor. In der Nähe des Vegetationspunktes ist die Anlage der Sproßachse ein gänzlich massiver Gewebekörper ohne bedeutende lufthaltige Höhlungen in seinem Innern. In dem sich streckenden Zwischenstück aber tritt sehr früh durch Zerreißung des Gewebes in der Achse eine langgestreckte Höhlung auf, welche sich mehr und mehr vergrößert und endlich zu einem weiten Hohlraum wird, der sich durch die ganze Länge des Zwischenstückes von Knoten zu Knoten erstreckt, und um den die eigentliche Gewebemasse des Halmzwischenstückes nur in Form einer verhältnismäßig dünnen Röhrenwand erhalten geblieben ist. Die Knoten stellen zwischen den hohlen Zwischenstücken massive Querscheiben des Halmes dar, an denen außen die Blätter entspringen.

Eine weitere Veränderung, welche während der Streckung im Innern der Halminternodien vor sich geht, bezieht sich auf das Gewebe, welches die Wand des Zwischenstückes zusammensetzt. Im jugendlichen Zustande, am Keimling also und in der Nähe des Vegetationspunktes, ist das Gewebe der Sproßachse ebenso wie dasjenige der jungen Blätter weich und saftig, ein leiser Druck vermag im mikroskopischen Präparat den freigelegten Vegetationspunkt und die ihn umgebenden ersten Blätter zu zerquetschen. Es ist deshalb für diese Teile sehr wesentlich, daß sie im Samen durch die feste Samen- und Fruchtschale und beim Auskeimen an der jungen Pflanze durch die älteren Blätter schützend umhüllt werden. Das Baumaterial des erwachsenen Halmes ist von festerer Konsistenz; wäre der Halm aus dem gleichen weichen Gewebe aufgebaut, aus welchem die Sproßachse im Jugendzustande besteht, er wäre sicherlich nicht imstande, sein eigenes Gewicht aufrecht zu tragen, noch viel weniger dem Druck des Windes und der Regentropfen zu widerstehen. Während der Ausbildung des Zwischenstückes treten in der um den Hohlraum zurückbleibenden Röhren-

wand zahlreiche Stränge von festem Gewebe auf. Sie können dieselben am grünen Getreidehalm als durchscheinende Längsstreifen wahrnehmen, am Strohhalm machen sie sich, nachdem das weichere Gewebe zwischen ihnen vertrocknet und eingesunken ist, als Längsriefen bemerkbar. Diese Stränge von festem Gewebe sind nun untereinander in der Röhrenwand durch gleich festes Gewebe ringförmig verbunden. Auf dem Querschnitt des Halminternodiums finden wir also das Festigungsgewebe in Form eines ausgezackten Ringes vor, um welchen sich die weicheren Gewebeteile gruppieren, wie etwa die Weichteile eines Tierkörpers um das Knochengerüst.

Die innere Festigkeit, welche der Getreidehalm durch die ringförmige Ausbildung des Festigungsgewebes und Anordnung desselben in nächster Nähe des Halmumfanges erlangt, ist trotz des geringen Aufwandes von Baumaterial eine verhältnismäßig große. Das Material, aus welchem das Festigungsgewebe des Halmes besteht, verbindet mit einer Tragkraft, welche derjenigen des Schmiedeeisens wenig nachgibt, einen hohen Grad von Elastizität. Infolgedessen kann die Konstruktion bei gleicher Inanspruchnahme durch äußere Kraft viel zierlicher sein als diejenige eines nach den Regeln der Ingenieurwissenschaft erbauten menschlichen Bauwerkes, dessen Material nicht die gleiche Dehnbarkeit besitzt.

Wie plump würde gegen den schlanken Getreidehalm der Eiffelturm erscheinen, wenn wir uns seine Länge bis auf Mannshöhe verkürzt und die übrigen Ausmaße entsprechend verkleinert denken. Beim Eiffelturm beträgt der Querdurchmesser etwa in halber Höhe noch ein Zehntel der Gesamthöhe und nimmt nach unten sehr schnell zu. Der Getreidehalm überschreitet auch bei Mannshöhe an seiner stärksten Stelle kaum den Durchmesser von einem halben Zentimeter, was etwa dem 350sten Teil seiner Gesamthöhe entspräche. Auch der schlankste Fabrikkamin zeigt in dem Verhältnis der Mauerstärke zu der Weite des Hohlraumes viel plumpere Dimensionen als der Getreidehalm oder auch nur ein einziges Zwischenstück desselben. Wir dürfen aber bei diesem Vergleich nicht zu erwähnen vergessen, daß die innere Festigkeit der menschlichen Bauwerke absolut genommen eine höhere sein muß als diejenige des Getreidehalmes. Der auf das Längenmaß des Getreidehalmes reduzierte Eiffelturm oder Fabrikschornstein würde durch den Schlag eines schweren Regens noch nicht um-

geknickt werden, den Getreidehalm drückt ein kräftiges Gewitterschauer glatt zu Boden. Der Turm und der Kamin wären durch das Umgeworfenwerden gänzlich vernichtet. Der Getreidehalm besitzt, solange er noch lebt, die Fähigkeit, sich wieder vom Boden zu erheben. Durch dieselbe Kraft, welche die Wachstumsrichtung der Wurzel und des Sprosses bestimmt, durch die Schwerkraft, werden in den Knoten des Halmes Wachstumsvorgänge ausgelöst, welche eine einseitige Verlängerung der unteren Knotenoberfläche herbeiführen. Der Halm biegt sich also an jedem Knoten im stumpfen Winkel knieförmig nach oben, bis sein oberer Teil, welcher die Ähre trägt, wieder senkrecht aufwärts gerichtet ist. Sobald diese Lage erreicht ist, hört das einseitige Wachstum der Knoten wieder auf.

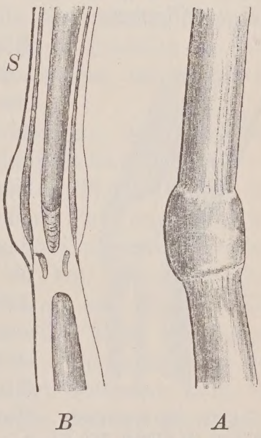


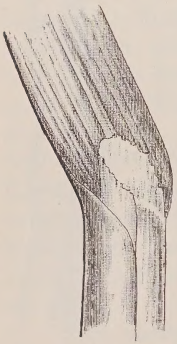
Fig. 15. Halmstück vom Weizen mit einem Knoten.
A von außen. *B* im Längsschnitt. *S* die Scheide des am Knoten entspringenden Blattes.

Die Ausbildung des Gewebes, auf dem die innere Festigkeit des Getreidehalmes beruht, erfolgt in dem wachsenden Halminternodium nicht in der ganzen Länge gleichzeitig, vielmehr eilt das obere Ende des Zwischenstückes in der Entwicklung voraus und ist schon ausgewachsen, während sich am unteren Ende das Gewebe noch in der Streckung befindet. Die unteren Teile des Internodiums bedürfen also länger als die oberen eines wirksamen Schutzes gegen äußere Einflüsse, welche das noch nicht ausgewachsene Gewebe beschädigen und damit die Existenz des ganzen Halmes bedrohen könnten. Dieser Schutz wird durch die Blattscheide gewährt. Zu der Zeit, wenn das obere Ende des Internodiums ausgewachsen ist und seine volle Festigkeit erreicht hat, ist auch die Wachstumsperiode des zu dem Internodium gehörigen Blattes bereits beendet. Der Blattgrund ist zu einer röhrenförmigen Scheide geworden, welche den unteren des Schutzes bedürftigen Teil des Halminternodiums umhüllt, wie der Stiefelschaft das Bein. (Vergl. Fig. 15.) Unter dem Schutz dieser Hülle vermag das Zwischenstück noch fortgesetzt sich zu verlängern und allmählich sein Gewebe zu der inneren

Festigkeit heranzureifen, welche den äußeren Schutz überflüssig macht.

Die Röhre, welche die Blattscheide darstellt, ist nicht ringsherum völlig geschlossen, sondern sie ist an der von der Blattfläche abgewendeten Seite der Länge nach geschlitzt. Die Ränder des Schlitzes greifen aber übereinander und sind fest aneinandergepreßt, so daß die Wirkung der Umhüllung fast genau die gleiche ist, als ob eine geschlossene Scheide vorhanden wäre.

An der Stelle, wo die Blattscheide in die Blattspreite übergeht, entspringt ein schmaler Hautrand, wie Fig. 16 zeigt, der sich gewissermaßen als eine Verlängerung der Scheide über die Blattfläche hinaus dicht an die Oberfläche des Halmes anlegt. Dieses Häutchen, welches Blatthäutchen oder Ligula genannt wird, verhindert, daß das Regenwasser, welches von der Blattspreite zur Sproßachse hinabrinnt, in den Raum zwischen Scheide und Halm gelangen kann. Es würde dort sicher Fäulnisprozesse veranlassen, welche für die von der Scheide umhüllten weichen Teile der Sproßachse besonders gefährlich werden müßten. Durch die Ligula abgelenkt, fließt das Regenwasser seitlich am Grunde der Blattfläche auf das nächste Internodium hinab und gelangt so in Absätzen, stets vermehrt durch den Zufluß, den die Blattflächen liefern, die es auf seinem Wege berührt, zum Erdboden, der von dem Wurzelsystem durchzogen ist.



L

Fig. 16. Übergangsstelle zwischen der Scheide und der Spreite eines Getreideblattes. Bei *L* das Blatthäutchen.

Die eigentliche Blattspreite ist am ausgewachsenen Blatt von schmaler, bandförmiger Gestalt. Sie ist bei den Getreidegräsern niemals ganz flach in einer Ebene ausgebreitet. Gewöhnlich ist die Spitze durch die eigene Schwere bogenförmig herabgezogen und außerdem die Fläche besonders in ihrer vorderen Hälfte spiralig eingerollt, so daß teils die Oberseite, teils die Unterseite der Blattspreite nach aufwärts gewendet ist. Da außerdem die schlanke Blattfläche bei dem leisesten Windzuge Bewegungen ausführt, so verändern die einzelnen Teile leicht ihre Lage zu dem Licht, infolge der spiraligen Einrollung des Blattes bleibt aber in jeder Lage ein Flächenteil dem Lichte ausgesetzt.

Allerdings ist es streckenweise und zeitweilig die Unterfläche des Blattes, die dabei im günstigsten Lichtgenuß steht, aber diesem Umstande ist in dem feineren Bau des Blattes dadurch Rechnung getragen, daß beide Blattseiten zum Aufsaugen des Lichtstrahles und zur Ausnutzung desselben in der Assimilation gleich gut geeignet sind.

Wir müssen, um das näher verfolgen zu können, hier zunächst eine allgemeinere Betrachtung über das Wesen des Assimilationsvorganges einschalten, welche wir früher aus Zeitmangel übergangen haben. Sie werden sich erinnern, daß ich Ihnen im ersten Vortrage für später einen experimentellen Nachweis für die Wirkung des Lichtes auf das grüne Laubblatt in Aussicht stellte, ich will jetzt die Gelegenheit benutzen, um mein Versprechen einzulösen.

Im ersten Vortrage haben wir erfahren, daß das Blatt das Organ ist, in welchem sich die Assimilation abspielt, — der Vorgang, durch welchen die unorganische Materie, welche die Pflanze aus dem Bodenwasser und aus der Luft bezieht, in die organischen Verbindungen der Pflanzensubstanz umgewandelt wird.

Der erste nachweisbare Schritt, in dem sich dieser Umwandlungsprozeß vollzieht, ist die Bildung von Stärke. Die Stärkesubstanz ist Ihnen wohl bekannt. Sie bildet den Hauptbestandteil des Getreidemehles, sie ist es, die hauptsächlich der Kartoffel ihren Nährwert verleiht, und der Reispuder sowie die zahlreichen Stärkesorten des Handels, welche von den Hausfrauen zum Stärken der Feinwäsche verwendet werden, sind fast ganz aus reiner Stärkesubstanz gebildet.

Die Chemie lehrt uns, daß die Stärkesubstanz aus den drei Elementarstoffen: Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in einem bestimmten Verhältnis zusammengesetzt ist. Wasserstoff und Sauerstoff bilden in bestimmtem Verhältnis vereinigt das Wasser und sind in dem gleichen Verhältnis in der Stärkesubstanz vorhanden, so daß wir auch sagen können, die Stärke besteht aus Wasser und Kohlenstoff. In dieser Umformung gewinnt der wissenschaftliche Satz an Anschaulichkeit, denn Wasser und Kohle sind Dinge, die in unserem täglichen Leben kaum eine geringere Rolle spielen, als im Leben der Gewächse.

Woher gewinnt nun die Pflanze das Wasser und den Kohlenstoff, aus denen sie die Stärke bildet? Früher glaubte man, daß beide Substanzen durch die Wurzel aus dem Erdboden auf-

genommen werden. Wir können aber leicht den Nachweis liefern, daß die Pflanze auch dann Stärke zu bilden vermag, wenn ihre Wurzel keine Gelegenheit hat, Kohlenstoff oder kohlenstoffhaltige Verbindungen aufzunehmen.

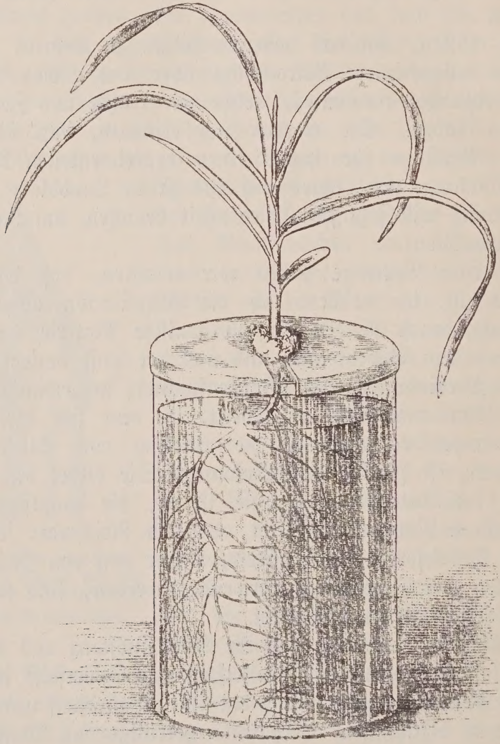


Fig. 17. Wasserkultur einer Getreidepflanze zum Nachweis der Tatsache, daß der Kohlenstoff für die Stärkebildung nicht aus dem Boden, sondern aus der Luft stammt.

Sie sehen hier in Fig. 17 eine Getreidepflanze vor sich, deren Wurzel niemals mit Erde in Berührung gekommen ist. Seit der Keimung ist die Pflanze so in dem Deckel des Glaszylinders befestigt worden, daß die Wurzel in das Wasser in dem Gefäß eintaucht, während der Sproß nach oben emporragt.

In dem Wasser ist eine geringe Menge von unorganischen Substanzen, nämlich Salpeter, phosphorsaurer Kalk und schwefelsaure Magnesia nebst einer Spur von Eisen gelöst, welche für das Gedeihen der Pflanze unbedingt nötig sind; Kohlenstoff ist aber in der Flüssigkeit nicht enthalten. Trotzdem hat sich die Pflanze, wie Sie sehen, ganz normal entwickelt und wird auch, wenn sonst die Bedingungen günstig sind, normal bis zur Ausbildung der Ähre und bis zur Reifung der Frucht weiterwachsen. Der Kohlenstoff, dessen die Pflanze zur Bildung der Stärke und und der daraus hervorgehenden Körpersubstanz bedarf, muß also notwendigerweise einer anderen Quelle entstammen. Die einzige Kohlenstoffquelle, welche in der Umgebung der Pflanze zu finden ist, bildet aber das Kohlensäuregas, welches in geringer Menge der atmosphärischen Luft beigemengt ist.

Die Verbindung von Wasser und Kohlenstoff zu Stärke vollzieht sich in den grünen Blättern der Pflanze, und dort können wir das Auftreten der ersten Stärkekörnchen unter günstigen Umständen direkt beobachten. Für die Entstehung der Stärkekörner im grünen Blatt ist eine Vorbedingung unerläßlich, nämlich die, daß das assimilierende Blatt dem Lichte ausgesetzt wird.

Die mancherlei Beziehungen, welche sich zwischen Gestalt und Stellung der Blattflächen und der Richtung des Lichtes erkennen lassen, sind früher bereits erwähnt worden. Ein Experiment aber soll uns nun den Nachweis liefern, daß die Stärkebildung in der grünen Blattfläche nur dann erfolgen kann, wenn das Blatt vom Licht getroffen wird. Als Versuchsobjekt will ich dabei aus praktischen Gründen nicht das Getreideblatt verwenden, welches wegen seiner Gestalt und wegen seiner verhältnismäßig geringen Größe für einen Versuch, der auch in der Entfernung sichtbar sein soll, nicht recht geeignet ist, sondern das viel größere und kräftigere Tabaksblatt.

An einem der letzten schönen Sommertage des verflossenen Jahres habe ich eine Anzahl grüner Blätter einer Tabakspflanze, welche im botanischen Garten wuchs, am frühen Morgen mit einer Papierschablone bedeckt, in welcher die Buchstaben des Wortes „Stärke“ ausgeschnitten waren, so daß das Sonnenlicht nur durch die ausgeschnittenen Buchstaben Zutritt zur Blattfläche hatte. Am Abend wurden die Blätter von der Sproßachse abgeschnitten und zur Aufbewahrung in Spiritus gelegt, in welchem sie bis heute verblieben sind.

Durch die Einwirkung des Spiritus sind die Blätter, wie Sie sehen, inzwischen gänzlich gebleicht, der grüne Farbstoff, der die Blätter im lebenden Zustande schmückte, ist aus dem Gewebe des Blattes herausgelöst worden, die Blattfläche erscheint in ihrer ganzen Ausdehnung blaß weißlich. Wenn nun die Stärkebildung im grünen Blatt von der Belichtung abhängig ist, so dürfen nur diejenigen Stellen des Blattes Stärke enthalten, welche von der Papierschablone nicht verdeckt waren. Stärke läßt sich leicht auch in kleinsten Mengen dadurch sicher nachweisen, daß sie sich, wenn wir sie mit Jod in Berührung bringen, tief dunkelblau, fast schwarz färbt. Ich will also eines dieser Tabaksblätter in einer flachen Schale mit einer Auflösung von Jod in Alkohol übergießen.

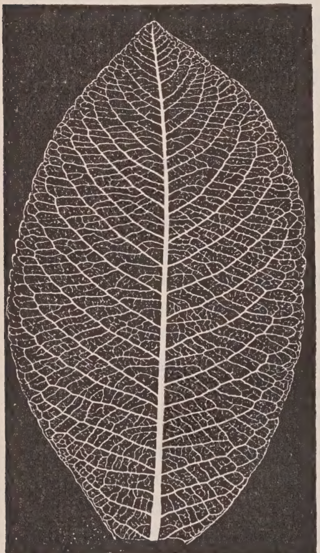


Fig. 18. Nervatur eines Weidenblattes.

Während nun die Jodlösung langsam in das Innere des Blattes eindringt und dort die Färbung der Stärkekörnchen bewirkt, haben wir Zeit, einen Blick auf den feineren Bau des Blattes zu werfen, dessen Kenntnis für das Verständnis unseres Experimentes von Wichtigkeit ist.

Ich will Ihnen zunächst (mit Hilfe des Projektionsapparates) ein präpariertes Weidenblatt zur Darstellung bringen, an welchem Sie den Bau der Blattfläche leicht übersehen können (Fig. 18).

Das hier dargestellte Präparat zeigt besonders denjenigen Teil der Blattfläche, den man im gewöhnlichen Leben und auch in der Sprache der Wissenschaft als Blattnerven oder Adern und in seiner Gesamtheit als Nervatur bezeichnet. Der in dieser Bezeichnung liegende Vergleich dieser netzartig verbundenen Stränge mit den Nerven des Tierkörpers ist durchaus unzutreffend; weder in der Verbreitungsweise noch in dem anatomischen Bau noch auch in der Funktion läßt sich ein Vergleichspunkt entdecken. Noch eher könnte man den Vergleich mit den Adern gelten lassen, der

ja ebenfalls zu einer Bezeichnungsweise der im Laubblatt verteilten Stränge Anlaß gegeben hat; denn die netzartig verbundenen Stränge in der Blattfläche stellen wie die Adern des Tierkörpers Leitungsbahnen dar: Zuleitungsbahnen für das der Pflanze vom Boden her durch die Wurzel zugeführte Wasser und Ableitungsbahnen für die im Blatt durch die Assimilation erzeugten Stoffe. Im Zusammenhang mit dieser Funktion sehen wir das Fasernetz von einem kräftigen Mittelstrang aus in immer feinere Äste sich verzweigen ähnlich wie das Röhrennetz der Wasserleitung einer Stadt.

Das Adernetz des Blattes hat aber noch eine Aufgabe zu erfüllen, es dient der Festigung der Blattfläche, es ist bestimmt, die dünne Lamelle flach ausgespannt zu halten und fest zu machen gegen die Einwirkung des Windes und des Regens. Auch dieser Aufgabe entspricht die Art der Verteilung des Adernetzes in der Blattfläche in vorzüglicher Weise. Die Anordnung der Stränge von größtem Querschnitt in der Mitte des Systems, die Verjüngung aller Äste gegen den Rand hin, das Vorhandensein eines besonderen Randnerven, der den meistbedrohten Randteil des Blattes gegen Zerreißung schützt, das maschenartige Zusammentreten der feineren und feinsten Auszweigungen: das alles sind Merkmale einer zweckmäßigen Konstruktion, welche unter den vorliegenden besonderen Umständen bei geringstem Materialaufwande größte Festigkeit erzielt.

Der Verlauf der Nerven in der Blattfläche zeigt fast bei jeder Pflanzenart besondere Eigentümlichkeiten. Im allgemeinen aber können wir zwei Typen der Nervatur bei den Blättern der Blütenpflanzen unterscheiden. Bei dem einen Typus tritt aus der Sproßachse ein einziger kräftiger Nerv in das Blatt ein und verzweigt sich dort in irgend einer Weise, die Nervenzweige senden wiederum Äste aus, welche sich in gleicher Weise durch Verzweigung in allmählich immer feinere Stränge auflösen, welche zuletzt zu Maschen sich aneinanderschließen. Man bezeichnet ein solches Blatt als netzaderig oder netznervig. Das Weidenblatt und auch das Tabaksblatt sind Beispiele netznerviger Blätter. Im anderen Falle treten aus der Sproßachse gleich mehrere Nerven nebeneinander in das Blatt ein und verlaufen in der Fläche von der Basis bis zur Spitze parallel oder bogenförmig nebeneinander hin, um in der äußersten Spitze des Blattes sich zu vereinigen. Der seitliche Zusammenhang zwischen den einzelnen Nerven wird in diesen Fällen durch das Gewebe der Blattfläche bewirkt oder durch

schmale Quernerven, welche in Abständen zwischen den nebeneinander hinlaufenden Hauptnerven ausgespannt sind. Die Getreideblätter gehören bezüglich ihrer Nervatur dem letzteren Typus an, sie sind parallelnervig.

Für uns ist nun die Zusammensetzung des grünen Gewebes, welches die Lücken zwischen den Maschen des Adernetzes am lebenden Blatt erfüllt, von besonderem Interesse. Um den Aufbau dieses Gewebes kennen zu lernen, können wir die Hilfe des Mikroskopes nicht entbehren. Am leichtesten werden wir uns orientieren können an dem Bilde, welches ein Querschnitt der Blattfläche bei stärkerer Vergrößerung bietet. Denken wir uns also etwa ein Buchenblatt quer durchgeschnitten und von der Schnittfläche mit scharfem Messer eine dünne Scheibe abgehoben in ähnlicher Weise, wie man von einem flachen Kuchen oder von einem Brotlaib eine Scheibe herunterschneidet. Wir legen die Scheibe auf ihre Schnittseite und betrachten sie nun von oben mit dem Mikroskop. Dem Bilde, das sich uns darbieten würde, entspricht etwa die Zeichnung der Fig. 19. Wie an der Brotscheibe die Kruste den Rand bildet, so bildet in der vergrößerten Abbildung des Blattquerschnittes auch der Teil des Gewebes, welcher den Oberflächen des Blattes entspricht, die obere und untere Umrandung der Figur. Sie sehen, daß diese Umrandung sich deutlich von dem inneren Blattgewebe unterscheidet. Das Blatt ist auf jeder Fläche mit einer besonders ausgebildeten Hautschicht überzogen, welche als Epidermis oder Oberhaut bezeichnet wird. In der Figur erscheint die Epidermis aus ziemlich gleichgroßen Rechtecken zusammengesetzt, welche in einfacher Schicht das Gewebe nach oben und nach unten abschließen. Diese Rechtecke sind die Querschnitte kleiner tafelförmiger Bläschen, welche in ununterbrochener, einfacher Schicht die Blattflächen bedecken. Jedes Bläschen ist von einer festen durchsichtigen Haut ringsherum vollkommen geschlossen. In seinem Innern befindet

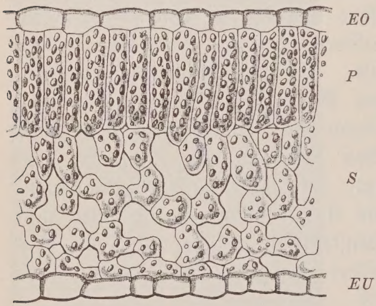


Fig. 19.
Teil vom Querschnitt eines Buchenblattes.
EO Oberhaut der Blattoberseite. *P* Palisadengewebe. *S* Schwammgewebe. *EU* Oberhaut der Blattunterseite.

sich außer wässeriger Flüssigkeit eine gewisse Menge lebender Substanz. Man bezeichnet ein solches Bläschen als eine Zelle.

Das Gewebe des Blattes, welches den Raum zwischen der oberen und unteren Epidermis ausfüllt, besteht gleichfalls aus Zellen. Dieselben weichen in ihrer Form von den Zellen der Epidermis ab und sind auch unter sich nicht gleich gestaltet. Wir können in diesem Gewebe, das wir als Mesophyll oder, wenn Sie den deutschen Namen vorziehen, als Blattfleisch bezeichnen, zwei verschiedene Partien unterscheiden. Unmittelbar unter der Oberhaut der Blattoberseite liegt eine Schicht von langgestreckten zylindrischen oder prismatischen Zellen, welche wie die Pfähle in einem Palisadenbau aneinander geordnet sind. Sie bilden das Palisadengewebe. Der Raum zwischen dem Palisadengewebe und der Oberhaut der Blattunterseite ist mit unregelmäßig rundlichen, locker aneinandergefügten Zellen erfüllt, die in ihrer Gesamtheit als Schwammgewebe bezeichnet werden.

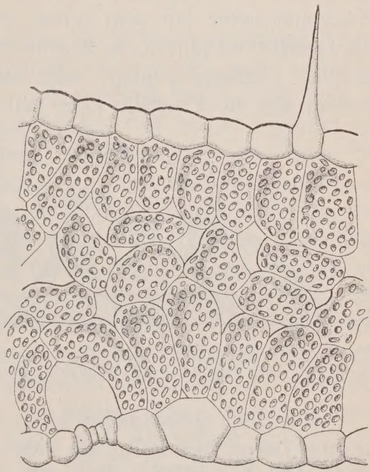


Fig. 20. Teil vom Querschnitt eines Roggenblattes *EO* Oberhaut der Blattoberseite. *P* Palisadengewebe. *S* Schwammgewebe. *EU* Oberhaut der Blattunterseite.

Während der Inhalt der Oberhautzellen gänzlich farblos ist, finden wir in der lebenden Substanz der Zellen des Palisaden- und Schwammgewebes grüne Körperchen verteilt vor, die sogenannten Chlorophyllkörper. Sie sind in der Figur durch kleine Kreise angedeutet. Die Menge der Chlorophyllkörper ist im Palisadengewebe bedeutend größer als im Schwammgewebe. Darauf und auf dem Vorhandensein größerer lufthaltiger Zwischenräume zwischen den Zellen des Schwammgewebes beruht die bleichere Färbung, welche im allgemeinen die Blattunterseite gegenüber der dunkler grünen Blattoberseite auszeichnet.

Die Chlorophyllkörper sind die eigentlichen Assimilations-

organe, in ihnen tritt unter dem Einfluß des Lichtes zuerst die gebildete Stärkesubstanz in Form kleiner Körnchen auf. Die dichtere Lagerung der chlorophyllhaltigen Zellen und die größere Menge der Chlorophyllkörper in den Zellen der zum Licht hingewandten Blattoberseite erscheinen von diesem Gesichtspunkte aus als eine zweckmäßige Einrichtung bei allen Blättern, welche wie die Buchen- und Tabaksblätter ihre Lage zum Lichte nicht verändern. Die Blätter der Getreidepflanzen, welche infolge ihrer Beweglichkeit ihre Lage zum Licht häufig ändern, haben einen abweichenden Mesophyllbau. In ihnen tritt die Ausbildung von Schwammgewebe fast ganz zurück, an beiden Blattseiten ist Palisadengewebe vorhanden, so daß die Blattunterseite, wenn sie in die günstige Lichtlage gelangt, nicht minder energisch zu assimilieren vermag als die Oberseite (Fig. 20).



Fig. 21. Mit Jod behandeltes Tabaksblatt, in welchem, durch teilweise Verdunkelung vermittelst einer Schablone, die Stärkebildung auf bestimmte Stellen beschränkt wurde.

Alle diese Erwägungen haben aber nur dann Sinn und Bedeutung, wenn in der Tat das Licht eine unerläßliche Vorbedingung für das Zustandekommen des Assimilationsprozesses ist. Ich will deshalb jetzt den Versuch, der uns über diese Frage Aufschluß geben soll, abschließen und Ihnen das Resultat zu Gesicht bringen. Wenn ich das Tabaksblatt, welches bisher in der Jodlösung verweilt hat, nunmehr abspüle und in reines Wasser übertrage, so sehen Sie auf der bleichen Fläche, die nur durch die Farbe der Jodlösung einen gelblichen Ton angenommen hat, die vorher unsichtbaren Buchstaben des Wortes „Stärke" deutlich schwarz gefärbt hervortreten (Fig. 21). Die Stärkekörnchen, welche unter dem Einfluß des Lichtes in den Chlorophyllkörpern der von der Schablone freigelassenen Blattstellen gebildet worden sind, haben sich mit Jod tiefdunkel gefärbt und geben uns schwarz auf weiß den Nachweis, daß das Licht die Kraftquelle ist für den Vorgang der Stärkebildung in den Laubblättern der Pflanzen.

Vierter Vortrag.

Wir haben im dritten Vortrag den Assimilationsprozeß kennen gelernt, der in den grünen Blättern der Gewächse unter dem Einfluß des Lichtes zur Entstehung der Stärke führt. Ich kann es mir nicht versagen, heute noch einmal auf diesen wichtigen ernährungsphysiologischen Vorgang zurückzukommen und über die Methodik der Untersuchung dieses Prozesses einiges hinzuzufügen.

Die Philosophen und Naturforscher früherer Zeiten glaubten einen durchgreifenden Unterschied zwischen der leblosen Natur und den lebenden Wesen darin zu sehen, daß erstere den Gesetzen der Physik und Chemie bedingungslos unterworfen sei, während die Lebenserscheinungen der Tiere und Pflanzen durch eine besondere Lebenskraft bedingt und beherrscht würden. Man sah die Lebenskraft geradezu als einen integrierenden Bestandteil der Lebewesen an, man nahm also an, daß die Pflanze aus Leib und Lebenskraft, der Mensch aus Leib, Seele und Lebenskraft bestehe. Die Lebenskraft sollte alle Gesetze der Physik kennen und beherrschen, sie sollte den Körper der Pflanzen und Tiere in jedem einzelnen Falle zweckmäßig bilden und ausbessern, wenn er verletzt wurde; sie sollte bei der Erzeugung neuer Lebewesen unendlich teilbar sein, dergestalt, daß jeder Teil gleich dem Ganzen blieb. Im Tode, im Scheintod und in der Narkose sollte sie dauernd oder vorübergehend ohne Rückstand verschwinden.

Vor einer exakten naturwissenschaftlichen Prüfung vermochten die Ideen, welche zur Aufstellung der Lehre von der Lebenskraft geführt hatten, nicht lange standzuhalten. Es fand sich, daß die Gesetze von der Einheit der Kraft und von der Erhaltung der Kraft in gleicher Weise für die organische Welt wie für die unbelebte Natur Geltung besitzen. Aus dieser Erfahrung entwickelte sich unter der Herrschaft der materialistischen Weltanschauung der

Lehrsatz, daß alle Lebenserscheinungen in der Welt der Organismen nichts anderes seien als Äußerungen derselben bekannten physikalischen und chemischen Kräfte, die auch an den leblosen Substanzen ihre Wirkungen geltend machen. Jede Lebensäußerung ist danach anzusehen als das Endresultat einer Reihe von chemischen und physikalischen Vorgängen, welche sich im ursächlichen Zusammenhange im Innern des Organismus abspielen. Der Anfang dieser Kette von Ursachen und Wirkungen liegt außerhalb des Lebewesens. Der Pflanzen- oder Tierkörper stellt gewissermaßen eine Maschine dar, welche durch äußere Kräfte im Betrieb gehalten wird und in welcher infolge eines Anstoßes von außen her gewisse Vorgänge sich in einer durch die Konstruktion der Maschine bedingten Reihenfolge abspielen.

Ob diese Grundanschauung von dem organischen Leben dauernd die moderne Naturforschung beherrschen wird, bleibt fraglich; es mehren sich die Anzeichen dafür, daß die Annahme einer besonderen Lebenskraft, wenn auch in einer den modernen Anschauungen und vor allen Dingen der vermehrten naturwissenschaftlichen Erfahrung Rechnung tragenden Form, auch von ernsthaften Forschern in Erwägung gezogen wird. Wissen wir denn, ob nicht unter den Komplikationen der Organisation an der Materie neue Energieformen in die Erscheinung treten, welche an der leblosen Substanz nicht beobachtet werden können? Lehren uns ferner nicht die Entdeckungen der neuesten Zeit, der Hertzschen Wellen, der Röntgenstrahlen, daß auch die bekannten, ich möchte sagen alltäglichen Kraftformen des Rätselhaften für uns noch über und über genug enthalten? Sind nicht die Chemiker über das Wesen der Materie noch ebenso im unklaren wie die Physiker über das Wesen der Kraft? So viel steht fest, wir dürfen den Satz von der Erklärbarkeit aller Lebenserscheinungen aus dem Spiel bekannter chemischer und physikalischer Vorgänge nicht als ein Dogma ansehen, dem sich jede Erfahrung einzufügen und unterzuordnen hat. Sobald sich Tatsachen finden, welche mit diesem Satze nicht vereinbar sind, müssen wir ihn aufzugeben bereit sein. Andererseits aber darf es uns niemand verübeln, wenn wir bis zum Erscheinen dieser widersprechenden Tatsachen den Satz zur Grundlage für unsere wissenschaftliche Fragestellung machen.

Wir können also den Vorgang der Assimilation, den wir im vorigen Vortrage aus einigen Experimenten kennen gelernt haben, auch so verstehen: Die grüne Pflanze ist die Maschine, das Licht

liefert die Betriebskraft. Rohstoff zur Verarbeitung ist das Wasser des Bodens und die Kohlensäure der Luft, das Produkt ist die Stärke. Aufgabe der Wissenschaft wäre es nun, das Wirken der Kraft und die Wandlungen des Stoffes im Innern des Pflanzenkörpers bis zum Zustandekommen des Stärkekorns zu verfolgen. Aber diese Aufgabe harrt vorderhand noch in allen ihren Teilen der Lösung. Selbst über den sicherlich rein chemischen Vorgang der Zusammenfügung des Kohlenstoffes und des Wassers zur Stärke kann uns der Chemiker nur Vermutungen aussprechen, und das, was jedes Moos und Gras, überhaupt jedes grüne Pflänzchen in seinen Zellen im Verlauf von wenigen Minuten leisten kann, vermag er mit allen Apparaten seines Laboratoriums nicht nachzumachen, obwohl ihm dasselbe Rohmaterial und dieselbe Kraftquelle wie der Pflanze zur Verfügung steht. Die Kompliziertheit des Apparates, mit dem die Pflanze arbeitet, die feinere Organisation aller ihrer Teile macht es uns schwer, wenn nicht unmöglich, auch über die scheinbar einfachsten Vorgänge im Innern des Pflanzenkörpers eine sichere Vorstellung zu gewinnen. Wenn es einmal einem Chemiker gelingen würde, ein Verfahren zu finden, um wie die Pflanze aus Wasser und Luft Brotmehl zu bereiten, so würde er damit mehr erreicht haben als die Vorläufer unserer heutigen Chemiker, die Alchimisten oder Goldmacher des Mittelalters bei ihrer Suche nach dem Stein der Weisen, der alles unedle Metall in Gold verwandeln sollte, zu hoffen wagten. Die soziale Frage wäre damit gelöst, denn Licht, Luft und Wasser sind überall vorhanden und diese würden ein unerschöpfliches Reservoir zur Gewinnung von Nahrung für Mensch und Tier darstellen. Vorderhand aber können wir die Mitwirkung der Pflanzen und der feldbautreibenden Landwirtschaft bei der Beschaffung unserer wichtigsten Nahrungsmittel noch nicht entbehren.

Die durch die Assimilation entstandene Stärke, welche vermittelst der Jodprobe in unserem Experiment nachweisbar ist, und welche mit Hilfe des Mikroskopes im Innern der Chlorophyllkörper des Blattes in Gestalt kleiner Körnchen wahrgenommen werden kann, findet nun nicht direkt als solche in dem Aufbau der Körpersubstanz der Pflanze Verwendung. Sie wird nachträglich wieder aufgelöst und aus den Chlorophyllkörpern und den chlorophyllhaltigen Zellen fortgeführt. Zum Teil wandert sie in andere Pflanzenteile, um dort vorübergehend als Reserve-

nahrung aufgespeichert zu werden, zum Teil wird sie direkt zu den Stellen des Pflanzenkörpers geleitet, in denen energisches Wachstum stattfindet, also vor allen Dingen zu den Vegetationspunkten der Wurzeln und der Sprosse. Dort liefert die Stärke das Material für die wachsenden Zellwände und bildet auch den Ausgang für die Entstehung der Fette und der Eiweißkörper, aus denen die lebendige Substanz des Pflanzenkörpers der Hauptsache nach besteht.

Um aus der Stärke die Eiweißstoffe zu bilden, bedarf die Pflanze noch anderer Grundsubstanzen als des in der Stärke enthaltenen Kohlenstoffes, Sauerstoffes und Wasserstoffes. Vor allen Dingen ist Stickstoff, Phosphor und Schwefel nötig. Auch Kalium, Calcium, Magnesium und Eisen sind der Pflanze zu ihrer Ernährung unbedingt erforderlich. Alle diese Stoffe sind in wechselnder Menge in dem Ackerboden vorhanden; sie sind in dem Wasser des Bodens gelöst und werden zugleich mit dem Wasser durch die Wurzelhaare aufgenommen und dem Pflanzenkörper zugeführt. Ist auch der augenblickliche Bedarf einer einzelnen Pflanze an diesen Stoffen äußerst gering, so werden doch im Laufe des ganzen Sommers von der Gesamtheit aller Pflanzen eines dichtbestandenen Getreidefeldes beträchtliche Mengen davon aufgenommen, welche mit der Ernte dem Ackerboden entrissen werden. So kommt es, daß allmählich eine Erschöpfung des Bodens an einzelnen nur in geringer Menge vorhandenen Nährstoffen eintritt. Baut man fortgesetzt auf demselben Acker Getreide, so tritt bald eine Verminderung des Ertrages ein, bis endlich das Feld gänzlich unfruchtbar wird. Um das zu verhindern, führt der Landmann dem Boden diejenigen Pflanzennährstoffe, welche durch das Getreide im Boden vermindert wurden, als Dünger wieder zu. In früheren Zeiten verwandte man ausschließlich den tierischen Dünger, welcher alle für den Acker nötigen Stoffe enthält und zugleich die Lockerheit des Bodens verbessert. In neuerer Zeit werden vielfach sogenannte künstliche Düngestoffe in der Landwirtschaft angewendet, der Guano, der Chilesalpeter, Superphosphate, Knochenmehl und anderes mehr. Welche Bedeutung diese Stoffe für die moderne Landwirtschaft besitzen, geht zur Genüge daraus hervor, daß in das Deutsche Reich in einem einzigen Jahre für ungefähr achtzig Millionen Mark Düngestoffe eingeführt werden.

Dem gesteigerten Gebrauch an Pflanzennährstoffen entspricht

allerdings auch eine erhebliche Erhöhung der von der Pflanze geleisteten Assimilationsarbeit. So gering auch die Stärkemenge sein mag, welche in einem einzelnen Chlorophyllkorn des Blattes gebildet wird, so erreicht doch die Gesamtproduktion eines Blattes oder gar einer ganzen Pflanze schon beträchtliche Werte. Man hat berechnet, daß ein Quadratmeter Blattfläche im Laufe eines sonnigen Sommertages etwa 25 g Stärke erzeugen kann. Bei den Getreidepflanzen gewinnt die Landwirtschaft in der Ernte den größeren Teil der durch die Assimilation erzeugten Substanz. Allein in Deutschland beträgt in einem einzigen Jahre die durch die Weizen-, Roggen- und Gerstenpflanzen gelieferte Assimilation über zehntausend Millionen Kilo.

Der Vorgang der Assimilation im Pflanzenkörper gewinnt in unserer Vorstellung noch an Bedeutung, wenn wir erwägen, daß alle organische Substanz, auch diejenige, welche den Körper der Tiere und des Menschen zusammensetzt, in letzter Linie von der Stärke abstammt, welche die Pflanze aus Wasser und Kohle bildet; denn Mensch und Tier ernähren sich von der Pflanzensubstanz oder von Tieren, die ihrerseits auf Pflanzennahrung angewiesen sind. Die Assimilation im Pflanzenkörper ist also der einzige Vorgang, durch welchen sich aus den in der unbelebten Natur vorhandenen Substanzen die organischen Verbindungen bilden können, an welche alles pflanzliche und tierische Leben gebunden ist.

Gestatten Sie mir nun, daß ich Sie nach diesem Exkurs über die Assimilationsarbeit der Getreidepflanzen und die allgemeine und wirtschaftliche Bedeutung derselben zurückführe zu dem Ausgangspunkt dieser Erörterungen. Wir hatten die Entstehung der Wurzeln und des Sprosses an der Keimpflanze der Getreidegräser verfolgt. Die Anlage und Entwicklung des Laubblattes hatte uns hinübergeleitet zu der Besprechung der Lebenstätigkeit des erwachsenen Laubblattes. Mit der Entwicklung der Laubblätter ist aber die Entwicklung der Getreidepflanze noch keineswegs abgeschlossen.

Sobald an dem Vegetationspunkt des jungen Getreidehalmes das oberste Laubblatt angelegt worden ist, treten in rascher Folge an dem sich streckenden Sproßgipfel zahlreiche dichtgedrängte, rundliche Höckerchen auf, welche die Anlage der Blätter, Sproßachsen und Blüten bilden, aus denen die Getreideähre oder Rispe be-

steht. Verhältnismäßig schnell entwickeln sich an der Hauptachse die Anlagen der seitlichen Auszweigungen, welche ihrerseits die eigentlichen Blüten tragen. Die erwachsene Ähre zeigt sich demnach doppelt zusammengesetzt. Die einzelnen Blüten stehen an seitlichen Verzweigungen der Hauptachse in kleinen Verbänden, welche als Ährchen bezeichnet werden. Zahlreiche Ährchen werden durch die Hauptachse zu dem Gesamtblütenstand vereinigt. Bei Weizen, Roggen und Gerste sitzen die einzelnen Ährchen ungestielt an der Hauptachse, der Gesamtblütenstand bildet eine gedrängte Ähre; beim Hafer aber sind die einzelnen Ährchen an längeren oder kürzeren Stielen von der Hauptachse abgespreizt und bilden in ihrer Gesamtheit eine lockere Rispe.

Bevor wir auf die Zusammensetzung der Blütenstände bei den verschiedenen Getreidearten näher eingehen, um daraus Unterscheidungsmerkmale zu gewinnen, wollen wir kurz die einzelnen Blüten betrachten, welche bei allen Getreidegräsern ziemlich übereinstimmend gebaut sind und eine gemeinsame Darstellung zulassen.

Die wesentlichen Blütenteile sind, wie wir früher gesehen haben, die Staubblätter und der Fruchtknoten. Die ersteren stehen zu dreien auf langen Fäden in der Getreideblüte um den behaarten Fruchtknoten herum, welcher oben zwei büschelig langhaarige Narben trägt. Eine eigentliche Blütenhülle fehlt, an Stelle derselben finden wir nur an der vorderen Seite der Blüte zwei kleine fleischige Schüppchen vor, die man als Schwellkörperchen bezeichnet. Die wirkliche Umhüllung der Blüte zum Schutz in der Knospenlage und während der Reifung der Frucht wird von zwei trockenhäutigen Blättern gebildet, den sogenannten Spelzen, von denen die eine, die Vorspelze, an der Blütenachse entspringt, während die andere, die Deckspelze, dicht unterhalb der Blüte an der Achse des Ährchens steht. Beide Spelzen sind kahnförmig ausgehöhlt und umschließen, indem sie mit ihren Rändern übereinander greifen, die junge Blüte vollkommen ringsherum. Zur Zeit, wenn der Blütenstaub zur Verstäubung reif und die Narben empfängnisfähig werden, öffnet sich der Verschluß dadurch, daß die Schwellkörperchen der Blüte stark anschwellen und die beiden Spelzen auseinanderdrängen. Die Staubbeutel hängen dann an ihren langen dünnen Fäden aus der Blüte hervor und bieten den Blütenstaub dem Winde dar, der ihn über das Feld zu den ebenfalls herausragenden Narben anderer Blüten trägt.

Die Zahl der Blüten, welche zu einem Ährchen vereinigt sind, ist bei den Getreidearten verschieden. In der Gerstenähre enthält jedes Ährchen nur eine einzige Blüte, bei Roggen und Hafer sind zwei Blüten in jedem Ährchen die Regel, die Ährchen des Weizens enthalten bis zu fünf Blüten, von denen aber die obersten meistens keine Frucht zur Reife bringen. Gemeinsam gilt für alle Getreidearten, daß das Ährchen an seinem Grunde zwei gegenüberstehende Blättchen von Spelzennatur trägt. Dieselben werden als Hüllspelzen bezeichnet und liefern beim Hafer und beim Weizen eine schützende Umhüllung für das ganze Ährchen, beim Roggen und bei der Gerste dagegen sind die Hüllspelzen kürzer und schmäler als das Ährchen, dessen Blüten dadurch mehr auf den Schutz durch die Deck- und Vorspelzen angewiesen sind. Nehmen wir zu den angedeuteten Unterschieden im Aufbau und in der Umhüllung noch die Verschiedenheiten in der Zusammensetzung des Gesamtblütenstandes, so wird uns die Unterscheidung der vier Getreidearten nach ihrer äußeren Erscheinung keine Schwierigkeiten bereiten.

Der Weizen.

In der Fig. 22 sind alle diejenigen Teile einer Weizenpflanze zur Darstellung gebracht, welche zur Erkennung und Charakterisierung der Art erforderlich sind. Der lange Halm, von dem in der Figur nur der untere bewurzelte Teil gezeichnet ist, trägt in zwei gegenüberliegenden Zeilen die mit langer Scheide versehenen schmalen Blätter und schließt oben mit einer Ähre ab. Der aufrechte Halm ist völlig unverzweigt; häufig aber entspringen an den untersten Knoten, welche die ersten kurzen Internodien voneinander trennen, Seitentriebe, welche, indem sie sich senkrecht aufwärts wenden, gleichfalls zu ährentragenden Halmen werden.

Die Spindel der Ähre, das ist der Teil des Hauptsprosses, an dem die Ährchen sitzen, ist wie der Halm knotig gegliedert. Die kurzen Internodien zwischen den Ansatzstellen der Ährchen sind im Zickzack hin und her gebogen. An jedem Absatz der Spindel steht ein einziges Ährchen. Auf diese Weise werden zwei Zeilen von Ährchen gebildet, welche einander an der Spindel genau gegenüberstehen. In der Abbildung b der Fig. 22 ist ein einzelnes Ährchen gezeichnet. An seiner Basis erkennt man jeder-

seits eine Hüllspelze, welche breit aufgedunsen kahnförmig gestaltet ist. Oberhalb der Hüllspelzen folgt jederseits an der Ährchenspindel eine aufgeblühte Blüte, bei welcher Staubblätter und Narben zwischen der Deck- und Vorspelze hervorgetreten sind. Weiter oben sind in dem Ährchen noch zwei weitere Blütenanlagen sichtbar, die aber nicht zur vollen Entwicklung gelangt sind. Eine Einzelblüte des Weizens ist in der Abbildung a wiedergegeben. Damit die inneren Blütenteile sichtbar werden, ist die Deckspelze in der Zeichnung fortgelassen worden. Den Hintergrund der Figur bildet die Vorspelze. Vor derselben erkennt man den behaarten Fruchtknoten mit zwei büscheligen Narben, ferner die drei langfädigen Staubblätter und endlich vorne die zwei Schwellkörperchen.



Fig. 22. Weizen.
Die Hauptfigur stellt den bewurzelten Halmgrund und daneben eine Ähre dar. a eine einzelne Blüte mit der Vorspelze. b ein einzelnes Ährchen an einem Stück der Ährenspindel.

Die Abbildungen der Fig. 22 beziehen sich auf diejenige Spielart des gemeinen Weizens, welche als Kolbenweizen bezeichnet wird. Eine nahestehende Abart, die wir nicht selten auf den Getreidefeldern antreffen, ist der Bartweizen, dessen Ähren lange borstenförmige Grannen tragen. Diese

beiden Sorten spielen in der Landwirtschaft die wichtigste Rolle. Wir können sie als die wichtigste Brotfrucht der Welt bezeichnen.

Der Weizen wird bei uns gewöhnlich als Wintergetreide angebaut. Das Saatgut wird im Herbst in den wohlvorbereiteten Boden ausgesäet. Die jungen Pflänzchen, welche sich noch in dem gleichen Jahre entwickeln, überwintern unter der Schneedecke und beginnen im ersten Frühling ein kräftiges Wachstum. Auf diese Weise kommt den sich bildenden Halmen die ganze Sommerwärme des Jahres zugute, und außerdem begünstigt die Verlangsamung des Wachstums im Herbste noch die Bestockung, d. h. die Anlage von Seitentrieben aus den untersten Sproßknoten, so daß aus einem Samenkorn mehrere halmtragende Ährchen hervorgehen. Weniger häufig wird der Weizen als Sommerkorn einjährig kultiviert, indem man erst im Frühling die Aussaat vornimmt.

Der gemeine Weizen gehört zu den ältesten Kulturpflanzen. Es darf uns deshalb nicht wundernehmen, wenn sich von demselben unter dem Einfluß der verschiedenen Klimate und infolge der bewußten oder unbewußten Einwirkung des Menschen auf die Nachzucht zahllose Rassen, Abarten und Kulturformen gebildet haben, welche sich teils durch die Grannenbildung, den Haarbesatz und die Farbe der Ähre, teils durch die Größe, Farbe und Gestalt der reifen Körner unterscheiden. Auch die verschiedene Festigkeit des Halmes gegen Regen und Winddruck und die Widerstandsfähigkeit gegen Frost und gegen Krankheiten haben zur Abtrennung gewisser Kulturvarietäten Veranlassung gegeben.

Im allgemeinen stellt der Weizenbau hohe Anforderungen an die Güte des Ackerbodens. Auch von dem Klima, besonders von dem Maß der Sommerwärme ist das Gedeihen der Weizenpflanzen in hohem Grade abhängig. Auf leichtem Boden und in rauher Lage lohnt sich der Weizenbau nicht. Wo aber die Bedingungen günstige sind, gedeiht der Weizen selbst in hohen Breiten und auf den Bergen in beträchtlicher Meereshöhe. In den skandinavischen Ländern wird bis über den 64. Breitengrad hinaus Weizen gebaut, in Rußland reicht der Weizenbau bis nach Petersburg hinauf, welches unter dem 60. Breitengrad gelegen ist. In unseren bayerischen Voralpen trifft man, wenn auch vereinzelt, Weizenfelder noch in einer Höhenlage von 1000 bis 1100 m und in den Zentralalpen steigt der Weizenbau gar noch um einige hundert Meter höher hinauf. So sind alle europäischen

Länder an der Weizenproduktion beteiligt. Von außereuropäischen Ländern müssen Nordamerika und Ostindien in erster Linie als Weizenproduzenten genannt werden, ferner kommen noch Japan und Australien und außerdem die afrikanischen Mittelmeerländer und der südlichste Teil von Südamerika, Chile und Argentinien in Betracht.

Den größten Wert hat der Weizen als menschliches Nahrungsmittel. Neben dem Gehalt an Stärkemehl, welcher ungefähr 64 Prozent beträgt, enthalten die Weizenkörner gegen 13 Prozent Eiweißstoffe. Die Weizenfrucht liefert ein sehr feines weißes Mehl, welches zu Weißbrot und Kuchen verbacken wird und auch zu der Herstellung von Nudeln, Klößen und anderem Koch- und Backwerk Verwendung findet. Aus dem Weizenkorn werden ferner Graupen, Grütze und Gries hergestellt, welche ebenfalls in der Küche zur Bereitung von Nahrungsmitteln dienen. Weniger wichtig und umfangreich ist die Verwendung der Weizenfrucht zum Bierbrauen und Branntweinbrennen, ferner die Fabrikation von Puder, Oblaten und Kleister aus dem Weizenmehl, die Gewinnung reiner Weizenstärke, welche in der Medizin als einhüllendes Mittel angewendet wird und in den Haushaltungen und Waschanstalten zum Stärken der Wäsche in Gebrauch ist.

Neben den Körnern wird auch das Weizenstroh nutzbringend verwertet. Es liefert als Häcksel gutes Futter für das Vieh, es läßt sich zu allerlei Flechtwerk, zu Stuhlsitzen, Strohmatten und Strohhüten verwenden, es liefert der Technik Rohmaterial für die Herstellung des billigen gelben Strohpapiers.

Neben dem gemeinen Weizen mit seinen zahlreichen Rassen und Spielarten spielen die übrigen Weizenarten nur eine geringe Rolle.

Verhältnismäßig häufig wird in Süddeutschland und in der Schweiz noch der Spelz oder Dinkel oder Fesen angetroffen. Seine Ähre gleicht der des gemeinen Weizens, abgesehen davon, daß die Ährchen etwas weitläufiger an der Hauptspindel verteilt sitzen, in allen wesentlichen Punkten. Nur insofern ist ein durchgreifender Unterschied zu konstatieren, als die Ährenspindel bei der Reife zerbrechlich ist, und als die Körner bei der Reife von den Spelzen eingeschlossen bleiben und auch beim Dreschen nicht ausfallen. Um das Spelzkorn aus der Umhüllung herauszuschälen ist ein eigener Mahlprozeß, das sogenannte Schälen oder Gerben, erforderlich, welcher in den Mühlen in besonderen Gerbgängen, vorgenommen wird.

In der Kultur hat der Spelz vor dem gemeinen Weizen gewisse Vorzüge. Er macht geringere Ansprüche an Boden und Klima, und seine Körner sind vor dem Raub der Sperlinge, die oft große Teile der Weizenfelder verwüsten, gesichert. Auch die Festigkeit des Halmes ist beim Spelz eine höhere als beim Weizen, so daß schwerer Gewitterregen das Getreide nicht so leicht zum Lagern bringt. Wo aber ein guter Boden und ausreichende Sommerwärme zur Verfügung stehen, da übertrifft bei rationeller Kultur der Ertrag des Weizens denjenigen des Spelzes beträchtlich, und das mag wohl der Grund sein, weshalb der Anbau des Spelzes mehr und mehr zurückgeht. In Italien und Frankreich, wo früher viel Spelzbau getrieben wurde, ist derselbe schon sehr spärlich geworden. Außer in Bayern, Württemberg und am Rhein wird in einzelnen Teilen von Österreich, besonders in Südtirol, ferner in der Schweiz und in Nordspanien noch Spelz in größerem Umfange angebaut. Die Zahl der Spielarten des Spelzes ist ziemlich groß. Man unterscheidet begrannte und grannenlose Rassen. Bei einigen ist die Ähre kahl, bei anderen behaart. Die Farbe wechselt zwischen weiß, graublau und rötlich.

Das Spelzkorn liefert ein gelbliches Brotmehl, das weniger als Weizenmehl geschätzt wird. Als Handelsware trifft man vielfach, besonders in Süddeutschland, den Spelzgries, der als Zutat zu Suppen sehr beliebt ist. Zum gleichen Zweck verwenden unsere Hausfrauen gern das Grünkorn oder den Grünkern, welcher gleichfalls vom Spelz gewonnen wird. Als Grünkern bezeichnet man die noch unreifen Körner des Spelzes. Um dieselben in der für den Handel geeigneten Form zu gewinnen, werden die unreifen Ähren des Spelzes gedörrt und danach die Körner durch Schälen von den Spelzen befreit. Endlich mag noch erwähnt sein, daß die aus dem Spelzmehl gewonnene Stärke in der Technik zur Appretur von Geweben Verwendung findet.

Dem Spelz sehr nahe verwandt ist der Emmer. Auch diese Weizenart hat eine zerbrechliche Ährenspindel und am Korn festsitzende Spelzen. Während beim Spelz aber die Ährchen besonders locker an der Spindel stehen, sind sie beim Emmer besonders dicht gedrängt. Endlich mag als eine vierte Art des Kulturweizens noch das Einkorn genannt sein, welche von allen am genügsamsten mit magerem Boden und rauher Lage fürlieb nimmt. Die zweizeilig ährchentragende Ähre des Einkorns ist wie

die des Emmers stets begrannt. In jedem Ährchen entwickelt sich aber gewöhnlich nur eine einzige reife Frucht.

Kultiviert werden Emmer und Einkorn in noch geringerem Umfange als der Spelz. Bei uns in Deutschland sind sie fast nur in Schwaben und Thüringen anzutreffen. Ihre Früchte werden wie die des Spelzes zur Gewinnung von Grünkorn, Gries und Stärkemehl benutzt.

Der Roggen.

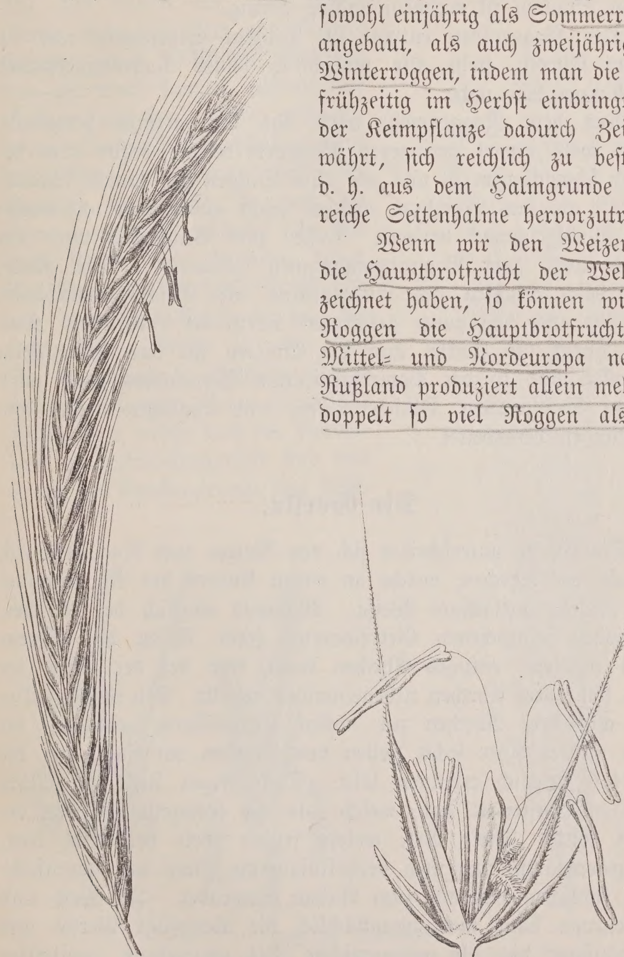
Die Ähre des Roggens weist in ihrer Zusammensetzung mit derjenigen des Weizens große Ähnlichkeit auf. Wir finden auch hier eine im Zickzack hin und her gebogene Ährenspindel, an deren Absätzen in zwei gegenüberstehenden Zeilen die einzelnen Ährchen stehen. Der Bau des einzelnen Ährchens aber weicht nicht unbeträchtlich von dem Bau des Weizenährchens ab. Wie die Fig. 23 zeigt, besitzt das Roggenährchen zwei Hüllspelzen, die aber nicht wie die des Weizens das ganze Ährchen wie Schalen einschließen. Dieselben sind schmal pfriemenförmig und viel kürzer als die Deckspelzen der Blüten, welche gefaltet sind, so daß am Rücken ein scharf vorspringender Kiel gebildet wird. In jedem Ährchen entwickeln sich nur zwei Blüten, welche ungefähr in gleicher Höhe an der nach oben verlängerten Achse des Ährchens entspringen. Die Deckspelzen gehen in eine fein behaarte Granne aus. Jede Blüte entwickelt aus ihrem Fruchtknoten ein Korn, so daß die reifen Körner in der Ähre in vier Längsreihen angeordnet sind.

Die Roggenpflanze bildet nicht in gleichem Maße deutlich verschiedene Spielarten als der Weizen. Die durch zielbewußte Züchtung oder durch besonders günstige klimatische und Bodenverhältnisse erzeugten Abarten, wie der russische Staudenroggen, der Zeeländer Roggen, der Propsteier Roggen und andere mehr verlieren ihre hervorragenden Eigenschaften und gehen allmählich wieder in die gewöhnliche Form des Roggens über, wenn sie in anderen Gegenden als in ihrem Ursprungslande durch mehrere Generationen gebaut werden.

Der Roggen stellt geringere Ansprüche an die Güte des Ackerbodens und ist auch mit einer geringeren Sommerwärme zufrieden als der Weizen. In Skandinavien gedeiht der Roggen

noch selbst am Nordkap, in der Schweiz wird noch bis zu einer Meereshöhe von 1700 m Roggenbau getrieben. Roggen wird sowohl einjährig als Sommerroggen angebaut, als auch zweijährig als Winterroggen, indem man die Saat frühzeitig im Herbst einbringt und der Keimpflanze dadurch Zeit gewährt, sich reichlich zu bestocken, d. h. aus dem Halmgrunde zahlreiche Seitenhalme hervorzutreiben.

Wenn wir den Weizen als die Hauptbrotfrucht der Welt bezeichnet haben, so können wir den Roggen die Hauptbrotfrucht von Mittel- und Nordeuropa nennen. Rußland produziert allein mehr als doppelt so viel Roggen als alle übrigen Länder der Welt zusammen genommen. Deutschland steht an zweiter Stelle und liefert ungefähr so viel Roggen als



A B

Fig. 23. Der Roggen. *A* die ganze Ähre. *B* ein einzelnes Ährchen.

Österreich-Ungarn, Frankreich, Spanien und die Vereinigten Staaten von Nordamerika zusammen. Die Produktion aller übrigen Staaten ist verhältnismäßig gering.

Das Roggenkorn enthält 60 Prozent Stärkemehl und 11 Prozent Eiweiß, steht also hinsichtlich seines Nahrungsgehaltes dem Weizen sehr nahe.

Aus dem Roggenmehl wird das Schwarzbrot hergestellt, welches wohl etwas geringeren Nährwert besitzt, dafür aber bedeutend schmackhafter ist und vor allen Dingen sich länger schmackhaft hält als das Weißbrot, welches leicht austrocknet und damit seinen Wohlgeschmack verliert. Außer zum Brotbacken wird der Roggen noch zum Branntweinbrennen verwertet. Die Kleie, welche beim Mahlen des Roggenkorns als Abfall zurückbleibt, dient, wie auch das ganze geschrotete Korn, als Viehfutter. Das Stroh findet als Häcksel und zur Einstreu für das Vieh, beim Dachdecken und in der Papierfabrikation Verwendung und wird auch zu Strohmatten, Flaschenmuffen und ähnlichen Gebrauchsgegenständen verarbeitet.

Die Gerste.

Die Gerste unterscheidet sich von Weizen und Roggen durch die Zahl der Ährchen, welche an einem Knoten der Ährenspindel sitzen, in sehr auffälliger Weise. Während nämlich bei den beiden bisher besprochenen Getreidearten jeder Absatz der Ährenspindel nur ein einziges Ährchen trägt, sind bei der Ähre der Gerste stets drei Ährchen nebeneinander gestellt. Wir haben also, wenn alle drei Ährchen zur vollen Entwicklung gelangen, im ganzen an der Ähre sechs Zeilen von Ährchen vor uns, wie die Fig. 24 *C* deutlich erkennen läßt. Diese Figur stellt eine Ähre derjenigen Gerstenart dar, welche als die sechszeilige Gerste bezeichnet wird. Diese Art, welche früher weit verbreitet war, wird gegenwärtig nur noch verhältnismäßig selten und hauptsächlich in südlichen Ländern zum Anbau verwendet. In West- und Mitteleuropa baut man hauptsächlich die vierzeilige Gerste und noch häufiger die als ertragreichste Art angesehene zweizeilige Gerste. Bei der vierzeiligen Gerste stehen die Mittelährchen jedes Ährchendrillings in deutlichen Reihen übereinander und sind der Spindel der Ähre angedrückt. Die Seitenährchen dagegen stehen schräg aufwärts von der Spindel ab, so daß ihre unregelmäßigen

Zeilen an der Ähre vier vorstehende Kanten bilden und dadurch zu der Bezeichnung als vierzeilige Gerste Veranlassung gegeben haben. Bei den Ähren der zweizeiligen Gerste ist dagegen nur das Mittelährchen jedes Drillings fruchtbar und mit einer langen, abstehenden Granne versehen. Die unfruchtbaren Seitenährchen bleiben klein und sind unbegrannt und der Spindel angedrückt, so daß die Ähre zweischeidig erscheint und nur zwei Zeilen von Grannen trägt. Der Bau des Ährchendrillings und des einzelnen Ährchens bei der sechszeiligen Gerste ist aus den Fig. 24 *A* und *B* ersichtlich. Jedes Ährchen hat zwei kleine pfriemliche Hüllspelzen, welche nach der Vorderseite hin zusammengerückt sind und so um die Ährchengruppe eine sechs-



Fig. 24. Die Gerste.
A ein Ährchendrilling. *B* ein einzelnes einblütiges Ährchen.
C eine ganze Ähre der sechszeiligen Gerste.

teilige Umhüllung bilden. Die Deckspelze der einzigen Blüte, welche jedes Ährchen enthält, ist so gestellt, daß sie von der

Spindel der Ähre abgewendet steht. Sie geht oben in eine lange rauhhaarige Granne aus, welche in den Fig. 24 *A* und *B* abgebrochen gezeichnet ist. Die Deck- und Vorspelzen sind in den Abbildungen auseinandergewichen und geben den langfädigen Staubblättern und den büscheligen Narben Raum zur Entfaltung.

Die Arten der Gerste, besonders die am meisten geschätzte zweizeilige Gerste, haben zahlreiche Spielarten gebildet, die aber weniger beständig sind als diejenigen des Weizens, wenn sie auch ihre Eigenschaften unter veränderten Anbauverhältnissen nicht mit gleicher Leichtigkeit einbüßen als wie die Spielarten des Roggens. In Mittel- und Westeuropa, in Australien und Amerika wird am meisten die weißgelbe, zweizeilige Gerste mit mehligem Bruch des Kornes angebaut, die in zahlreichen Abarten als Chevaliergerste, Phönixgerste, Propsteiergerste, Imperialgerste, Goldmelonengerste usw. vorkommt.

Die Gerste erfordert für einen erfolgreichen Anbau einen besseren Boden. Hingegen macht sie in bezug auf die Sommerwärme nur geringe Ansprüche und durchläuft ihren Entwicklungsgang von der Keimung bis zur Kornreife in verhältnismäßig kurzer Zeit. Der Gerstenbau geht wie der Anbau des Roggens in Europa bis zum Nordkap hinauf und steigt in den schweizerischen Alpen bis zu 2000 m Höhe. In den nördlichen Ländern mit kurzem Sommer wird hauptsächlich die vierzeilige Gerste, welche ihre Vegetationszeit auf 90 Tage einzuschränken vermag, als Sommerfrucht angebaut. In Mitteleuropa und der Schweiz wird dagegen die ertragreichere zweizeilige Gerste vielfach vorgezogen. Die produzierte Gerstenmenge steht fast in allen Ländern hinter der Weizenmenge zurück, nur in den nordischen Gebieten, Dänemark, Schweden, Norwegen und Finnland, wird mehr Gerste als Weizen gebaut, und auf den britischen Inseln ist der Jahresertrag der beiden Getreidearten annähernd gleich. Die Hauptmasse der Gerstenproduktion kommt auf Rußland, an zweiter Stelle müssen Deutschland und Österreich-Ungarn genannt werden, die ungefähr gleiche Mengen produzieren. Von außereuropäischen Ländern kommen als Gerstenproduzenten Nordamerika, Algier und Ägypten in Betracht. Auch in Australien und Chile wird Gerste, wenn auch in kleinerem Umfange, gebaut.

Das Mehl der Gerste ist zum Brotbacken weniger geeignet als Weizen- und Roggenmehl. Nur in Schottland, Dänemark und den skandinavischen Ländern spielt das Gerstenbrot wirklich

eine wichtigere Rolle. Gerstengrütze, Gries und Graupen werden dagegen auch bei uns in Gestalt von Suppeneinlagen gern als menschliches Nahrungsmittel verwendet. Die größte Wichtigkeit hat aber in Mitteleuropa gegenwärtig die Gerste für die Malzgewinnung zur Bierbrauerei sowie zur Herstellung von Malzzucker und Malzextrakt. Daneben kommt der Gerste noch als Futtermittel für Federvieh und geschrotet als Kraft- oder Mastfutter für größere Haustiere eine gewisse Bedeutung zu. In Südeuropa werden auch die Pferde mit Gerste gefüttert.

Der Hafer.

Als einziger Rispenträger unter unseren Getreidegräsern kann der Hafer nicht leicht mit einer anderen Getreideart verwechselt werden. Von der Spindel der Rispe gehen verschieden lange, einfache oder verzweigte Äste aus, welche an ihren Enden die Ährchen tragen. Die Rispenäste entspringen in Gruppen an den durch ziemlich lange Internodien voneinander getrennten Knoten der Spindel. Am untersten Knoten entspringen die längsten Äste, nach oben hin nimmt die Länge der Äste mehr und mehr ab. Bei dem Rispenhafer, von dem die Fig. 25 *A* den oberen Teil einer Rispe darstellt, sind die Rispenäste rings um die Hauptachse ziemlich gleichmäßig und fast wagerecht ausgebreitet, so daß die ganze Rispe pyramidenförmig wird. Eine zweite Rasse des Hafers, der sogenannte Fahnenhafer, trägt dagegen die Rispenäste steil neben der Spindel aufsteigend und alle nach einer Seite gewendet. Das einzelne Ährchen des Hafers besitzt, wie die Fig. 25 *B* zeigt, zwei große, alle Blüten überragende und einhüllende Hüllspelzen. Die Einzelblüten stehen an der verlängerten Ährchenspindel in einiger Entfernung übereinander. Von den Deckspelzen sind die oberen immer grannenlos. Die unterste trägt bisweilen eine gerade Granne (Fig. 25 *D*). Die Fig. 25 *G* stellt eine von Deck- und Vorspelze befreite und der Staubfäden beraubte Einzelblüte dar. Man erkennt die zwei Schwellkörperchen und den stark behaarten Fruchtknoten mit seinen büscheligen Narben.

Von den beiden genannten Haferrassen ist der Rispenhafer die bei weitem wichtigere. Der Fahnenhafer wird hauptsächlich nur in gebirgigen Gegenden Schlesiens, Ungarns und Galiziens angebaut. Von dem Rispenhafer werden nach der Farbe der

Spelzen, der Länge der Körner und der Zahl der Früchtchen in den einzelnen Ährchen verschiedene Spielarten unterschieden.

Bezüglich seiner Ansprüche an die Beschaffenheit des Ackerbodens ist der Hafer genügsamer als alle übrigen Getreide, er kann ebensogut auf geringem Sandboden als auf schwerem Tonboden oder im Moor angebaut werden. Trotzdem ist seine



Fig. 25. Der Hafer.
A oberes Stück einer Rispe. *B* einzelnes Ährchen. *C* und *D* Deckspelzen.
G Fruchtknoten und Schwellkörperchen einer einzelnen Blüte.

geographische Verbreitung nicht so groß als diejenige von Weizen und Gerste. Der Grund dafür ist, daß der Hafer ein wärmeres Klima erfordert und sich langsamer entwickelt. Im Norden erreicht der Hafer den 70sten Breitengrad nicht, sein Anbau steigt in den Alpen nicht über 1670 m Meereshöhe. Man baut ihn als Sommergetreide mit früher Aussaat. Den meisten Hafer produzieren die Vereinigten Staaten von Nordamerika, dann

folgen Rußland und Deutschland mit Mengen, welche die Weizenproduktion der betreffenden Länder noch bedeutend übersteigen. Auch Frankreich und Österreich liefern beträchtliche Mengen. Im Verhältnis zu der Größe des bebauten Landes ist die Haferproduktion in den nordischen Ländern, Schottland, Dänemark, Schweden und Norwegen und Kanada besonders groß; in Schweden liefert zum Beispiel der Hafer mehr als die Hälfte alles überhaupt gewonnenen Getreides. Seine wichtigste Verwendung findet der Hafer als Futter für die Pferde. Als Brotfrucht dient er nur noch in Schottland, wo man aus Hafermehl harte, ungesäuerte Kuchen bäckt. Ein aus Hafermehl bereiteter Schleim wird als Nährmittel für kleine Kinder und für schwächliche Menschen geschätzt, Hafergrütze und Hafergries werden zur Herstellung von Suppen und von Haferbrei in den Küchen verwendet. Haferstroh dient wie dasjenige der übrigen Getreidearten in der Landwirtschaft zur Einstreu und zum Häcksel.

Fünfter Vortrag.

Sie kennen wohl Goethes Gedicht vom Zauberlehrling. Vorwitzig hat der Lehrling mit den Zaubersprüchen, die er seinem Meister abgelauscht, einen Besen zum wasserschöpfenden Geist verwandelt, aber er hat das Wort, durch welches der Zauber wieder aufgehoben werden konnte, vergessen, und erschreckt durch die herbeiströmenden Wassermengen muß er erklären: „die ich rief, die Geister werd' ich nun nicht los". Ganz ähnlich wie dem Zauberlehrling mag es den amerikanischen Landwirten zu Sinn gewesen sein, welche die Einführung unseres Haussperlings nach Amerika veranlaßt hatten. Mit großer Schnelligkeit hat sich Meister Spatz, der eigentlich nur in Mitteleuropa heimisch ist und vor 2000 Jahren wahrscheinlich noch gar nicht in Deutschland zu treffen war, an die überseeischen Verhältnisse gewöhnt. Durch reichliche Vermehrung ist er allmählich zur großen Landplage geworden und plündert die Weizenfelder der amerikanischen Farmer mit derselben Frechheit, die er bei uns in Hof und Garten und auf dem Felde zur Schau trägt. Wir sehen daraus, daß ein Tier, welches aus seiner Heimat in ein fremdes Land versetzt wird, sich leicht einzubürgern vermag, wenn nur die Lebensbedingungen in der neuen Heimat ihm zusagen. Für die Pflanzen gilt derselbe Satz; ich brauche Sie nur an das Beispiel der Kanadischen Wasserpest zu erinnern, welches ich in einem früheren Vortrage bereits erwähnt habe, und an die Feld- und Gartenunkräuter, welche mit den Auswanderern und Kolonisten um die ganze Welt gewandert sind. Auch in unserern Gärten und auf unseren Feldern finden wir Unkräuter angesiedelt, deren Heimat jenseits des Ozeans zu suchen ist. Das kleine Knopfkraut (Galinsoga) stammt nachweislich aus Peru, auch die Nachtkerze (Oenothera) und der Kalmus (Acorus) sind eingewanderte Pflanzen, welche sich aber durch selbständige Ausbreitung über weite Strecken in unserem

Lande das Bürgerrecht erworben haben. Angesichts dieser Beispiele ist es gewiß eine sehr auffällige Tatsache, daß sich nicht auch die Getreidepflanzen in den Ländern, deren Boden und Klima ihrer Entwicklung zuträglich ist, einen Platz unter den freilebenden Gewächsen erobert haben. Weizen, Roggen, Gerste und Hafer werden in keinem Lande der Erde wirklich wildwachsend angetroffen. Wo einmal durch Zufall Samen der Getreidegräser auf unkultiviertem Boden zur Aussaat gelangen, da entwickeln sich wohl im ersten Jahre einige Pflanzen, die auch blühen und Frucht tragen können. Aber gewöhnlich schon im zweiten Jahre ist die Ansiedlung ohne Spur verschwunden.

Wir müssen daraus den Schluß ziehen, daß die Getreidepflanzen durch ihre Organisation auf die Pflege des Menschen angewiesen sind, daß sie gegenüber den wildwachsenden Pflanzen in ihrer körperlichen Beschaffenheit gewisse Eigentümlichkeiten besitzen, durch welche ihnen die Fähigkeit zum selbständigen Leben in der freien Natur beschränkt oder gänzlich genommen wird.

Wenn wir die Frucht- und Samenbildung bei irgend welchen freilebenden Pflanzen aufmerksam beobachten, so finden wir überall Einrichtungen und Eigentümlichkeiten, welche die Ausstreuung und Verbreitung der reifen Samen ermöglichen und erleichtern. An manchen Springfrüchten entstehen bei der Reife mechanische Spannungen in der Fruchtwand, welche bewirken, daß die Frucht sich explosionsartig öffnet und die Samen über eine größere oder geringere Strecke fortschleudert. Die Spritzgurke und die Balsamine können uns dafür als Beispiel dienen. Bei sehr vielen Pflanzen wird die Verbreitung der Früchte oder Samen durch äußere Kräfte, durch den Wind, durch das Wasser oder durch Tiere vermittelt. Wir finden dann an den Früchten und Samen gewisse Baueinrichtungen vor, welche der Verbreitungsweise entsprechend funktionieren. Ich erinnere an die häutigen Flügelränder der Früchte von Ahorn und Esche, an die Haarschöpfe und Federkronen bei den Diesteln und beim Löwenzahn und vielen anderen. Sie bieten dem Winde eine breite Angriffsfläche dar, und infolgedessen können die Samen leicht über weite Strecken durch den Wind davongetragen werden. Manche Wasser- und Uferpflanzen besitzen an ihren Samen Schwimmvorrichtungen, welche die Verbreitung durch das Wasser ermöglichen. Die Verbreitung der Samen durch Tiere kann in verschiedener Weise erfolgen. An vielen Kräutern und niederen

Sträuchern finden wir Früchte oder Samen, deren Oberfläche mit Haken oder harten Borsten besetzt sind, wie die Klettenköpfe oder die kugeligen Teilfrüchte des Labkrautes. Mit den Haftorganen hängen sie an dem Haarkleid vorbeistreifender Tiere fest und werden so über weite Strecken hin verschleppt. Eine solche Verbreitungsausrüstung kann selbstverständlich nur bei niedrigen Gewächsen erfolgreich wirken. Sobald derartige mit Haftorganen versehene Früchte in größerer Höhe über der Erdoberfläche erwüchsen, würden sie ja nicht mehr mit dem Fell der Tiere in Berührung kommen können. An Bäumen und höheren Sträuchern, nicht minder auch an manchen Stauden und Kräutern finden wir deshalb die Baueinrichtungen, welche die Verbreitung der Samen durch Tiere vermitteln, in einer anderen Weise ausgebildet. Es sind an den Früchten oder Samen irgendwelche genießbare Teile vorhanden. Die auffällige Färbung derselben erleichtert den Tieren — es handelt sich hauptsächlich um Vögel — die Auffindung des Leckerbissens. Während nun die genießbaren Teile den Tieren als Nahrung dienen, widerstehen die eigentlichen den Keimling einschließenden Samen infolge des festen Baues ihrer Schale der Einwirkung der Magensäfte. Sie gelangen mit den Exkrementen der Tiere weit von der Mutterpflanze zur Aussaat.

Die Zahl der Beispiele für die Ausbildung von Verbreitungsausrüstungen an Früchten und Samen ließe sich leicht verdoppeln und verdreifachen. Das ganz allgemeine Vorkommen derartiger Einrichtungen bei allen wildwachsenden Pflanzen läßt uns schon darauf schließen, daß die Verbreitung der Samen von der Samenpflanze fort eine wesentliche Bedeutung für die Erhaltung der Pflanzenart besitzen muß. Denken wir uns, daß alle Samen einer Pflanze unmittelbar neben dem Stock der Mutterpflanze zur Erde fielen und dort zur Keimung gelangten, so würden sich die Keimpflanzen in manchen Hinsichten unter sehr ungünstigen Umständen befinden. Sie wären von der Mutterpflanze beschattet und im Lichtgenuß beeinträchtigt. Ihre Wurzeln hätten kein anderes Erdreich zur Verfügung als dasjenige, welches die Mutterpflanze schon mit ihrer Wurzel vollständig durchwachsen und für sich ausgenutzt hat. Die dicht nebeneinander zur Entwicklung kommenden Keimpflanzen würden annähernd alle gleich stark oder vielmehr gleich schwach sein. Es müßte unter ihnen ein mörderischer Kampf um Platz, Licht und Nahrung entbrennen, bei dem alle gleichmäßig geschwächt würden. Sollten sich trotz-

dem einige unter ihnen bis zur Blüte entwickeln, so bestände die Gefahr, daß die Kreuzbefruchtung von Generation zu Generation immer nur unter nahe verwandten Geschwisterpflanzen erfolgte, was zur Entartung führen müßte.

Gelangen dagegen die Samen zerstreut und entfernt von der Mutterpflanze zur Aussaat, so ist die Möglichkeit gegeben, daß sie sich neben Gewächsen entwickeln, deren Wuchs und Bewurzelung wesentlich anders ist, so daß in Luft und Boden für den neuen Ankömmling Platz und Gelegenheit zur Nahrungsaufnahme und zur Entfaltung gegeben ist. Gegenüber den anders gearteten Nachbarpflanzen wird die Keimpflanze mit ihren besonderen Eigenschaften im Kampf um Licht und Luft und Nahrung ganz andere Aussicht auf Erfolg haben als gegenüber den eigenen Geschwistern, die gleich stark sind und mit gleichen Mitteln streiten. Die Wahrscheinlichkeit, daß die Kreuzbefruchtung unter Geschwisterpflanzen erfolgt, und die daraus erwachsende Gewähr für die Erhaltung der Art ist sehr gering.

Wie steht es nun bezüglich der Verbreitungsausrüstung an Frucht und Samen der Getreidegräser? Ihren nächsten Verwandten, den wildwachsenden Gräsern, fehlen derartige Einrichtungen nicht. Das Samenkorn bleibt schmächtig und wird bei der Reife entweder von großen, häutigen Spelzen umhüllt, oder die dichtanliegenden Spelzen tragen feste mit Widerhaken versehene Grannen. Die Fruchtstände lösen sich bei der Reife durch Zerfall von außen her in einzelne kleine Teile auf, welche entweder leicht wie Spreu vom Winde verweht werden oder sich am Kleid der Tiere festheften und so zur Samenverbreitung führen.

Ganz anders unsere Getreidearten. Das große schwere Korn des Roggens und des Weizens ist bei der Reife völlig frei von den Spelzen, blank und bar sitzt es lose in den Ähren, deren Teile auch nach dem Ausfallen der Körner noch im festen Verbande unter sich und mit dem tragenden Halm verbleiben. Die Größe und Nahrhaftigkeit der Roggen- und Weizenfrucht locken die körnerfressenden Vögel an, welche ungestört durch harte Samenschalen und ungehindert durch feste, kieselhaltige Spelzen reiche Ernte halten können. Die wenigen Körner, welche übrig bleiben, werden, wenn die Pflanze sich selbst überlassen ist, von Regen oder Wind aus den Ähren herausgeschüttelt und fallen neben dem Halm zur Erde. Hafer und Gerste haben an ihren Fruchtkörnern wohl die schützenden Spelzen, welche das Korn

trotz seiner Nahrhaftigkeit vor Vogeldiebstahl gesichert sein läßt. Aber eine Verbreitungsausrüstung bilden die Spelzen und die Grannen derselben auch hier nicht. Die Ährchen der Haferrispe haben wohl große trockenhäutige Hüllspelzen, die als eine Flugeinrichtung für einen leichten Samen dienen könnten, aber das Korn des Hafers ist schwer, und wenn es sich bei der Reife von seiner dicht anliegenden Deck- und Vorspelze umhüllt ablöst, so bleiben gerade die Hüllspelzen der Ährchen an den Rispenästen zurück. Die Hüllspelzen der Gerstenährchen sind klein und kommen nicht als Verbreitungsausrüstung in Betracht, aber die Deckspelze, welche das Korn bei der Reife noch fest einschließt, trägt eine lange rauhe Granne, wie sie bei verwandten wildwachsenden Gräsern als Verbreitungsausrüstung für den Transport durch Tiere in zahlreichen Fällen beobachtet werden kann. Allein die Granne der Gerste ist am reifen Korn außerordentlich zerbrechlich und das Korn sitzt zu fest in dem Ährchen, als daß eine Verbreitung der Samen auf diese Weise mit einiger Sicherheit erfolgen könnte.

Wir können also sagen, unsere Getreidepflanzen unterscheiden sich als Kulturpflanzen durch den Mangel einer Verbreitungsausrüstung von den wildwachsenden Pflanzen. Sie sind bezüglich der Samenausstreuung auf den Menschen angewiesen. Daraus erklärt es sich, daß die Getreidepflanzen nirgends verwildert vorkommen.

Da die wildwachsenden Stammpflanzen, aus denen diese Kulturpflanzen hervorgegangen sind, eine Verbreitungseinrichtung besessen haben und zum selbständigen Leben in der Natur geeignet gewesen sein müssen, so können wir direkt folgern, daß die Getreidepflanzen unter der Pflege durch den Menschen ihre Eigenschaft in bestimmter Weise geändert haben. Indem der Mensch die Verbreitung ihrer Samen übernahm, wurde die Verbreitungsvorrichtung überflüssig; indem der Mensch unbewußt oder mit Überlegung für die Nachzucht solche Pflanzen verwendete, deren Samen besonders groß und mehlreich waren, wurden diese für den Menschen nützlichen Eigenschaften allmählich gesteigert und dadurch der selbständigen Verbreitung der Pflanzen in der Natur ein direktes Hindernis bereitet.

Die wilden Stammpflanzen unserer Getreidearten kennen wir nicht mit Sicherheit. Es ist sehr wohl möglich, daß die durch die Kultur bewirkten Änderungen der erblichen Eigenschaften

bei den Getreidepflanzen so groß sind, daß die Ähnlichkeit mit den Stammeltern gänzlich verloren gegangen ist, es ist aber auch nicht unwahrscheinlich, daß die freilebenden Stammarten ausgestorben und gänzlich von der Erde verschwunden sind, während sich in der Pflege des Menschen die veränderten Nachkommen erhalten haben.

Wenn wir nach dem soeben Gesagten die Annahme machen müssen, daß die wildwachsenden Stammpflanzen keine so dicken mehlreichen Früchte trugen als die kultivierten Getreidegräser, daß ihnen also gerade die wichtigsten Vorzüge fehlten, die wir an unserm Getreide so hoch schätzen, so könnte man einwerfen, es sei nicht einzusehen, weshalb denn die ersten ackerbautreibenden Menschen überhaupt diese Pflanzen in Pflege genommen hätten. Nun, ich denke mir, ein Brot aus einem schmächtigen, wenig mehlhaltigen Grassamen ist immer noch besser als gar keins und vermag doch den Hunger zu stillen, wenn es auch den Vergleich mit unseren Weißbrötchen nicht aushält. Und daß die Menschen in dem Naturzustande des Nomadenlebens ohne Feldbau ebenso denken, das beweisen uns die Berichte mancher Reisenden. So schreibt z. B. der Afrikareisende Barth, welcher im Anfang der fünfziger Jahre den schwarzen Erdteil durchquerte, daß die Neger in einem Landstrich Zentralafrikas regelmäßig die Samen eines wildwachsenden Grases (Pennisetum distichum) sammeln, um sie als Nahrung zu verwerten. In einem anderen Distrikte sah er Negerweiber gleichfalls die Samen eines Grases, einer Poa-Art einsammeln. Sie bedienten sich dabei flacher Körbe, welche sie durch das reiche Wiesengras schwangen; die reifen Samen wurden dadurch in das Gefäß hinein abgestreift und abgeschüttelt. Die Samen beider Grasarten sind klein und enthalten wenig Nährstoffe, ähnlich wie die Samen unserer Wiesengräser. Die Eingeborenen zerstampfen und zerreiben die Körner und backen eine Art flacher harter Kuchen daraus, welche für sie ein wichtiges Nahrungsmittel bilden.

Von allgemeinem Interesse dürfte noch die Frage sein: wie alt mag wohl die Kultur der Getreidepflanzen sein? Wir müssen uns um Antwort an die Altertumswissenschaft und an die Geschichte wenden. Die ältesten schriftlichen Aufzeichnungen über den Getreidebau finden wir nicht etwa bei den Kulturvölkern des Abendlandes, auch nicht bei den Griechen und Römern, die uns der Geschichtsunterricht in unseren Schulen als uralte Kulturvölker

erscheinen läßt, auch die Bücher der Heiligen Schrift und die Geschichtsbücher der Juden sind trotz ihres hohen Alters nicht die ältesten Schriften, aus denen wir Nachrichten über den Anbau des Getreides entnehmen können. Jener sonderbare, mächtige Volksstamm, der den äußersten Osten der alten Welt bewohnt, die Chinesen, macht in bezug auf das Alter seiner Kultur allen anderen Völkern der Erde den Rang streitig. An der Hand einer vier Jahrtausende alten Literatur läßt sich die Geschichte des Reiches der Mitte, wie die Chinesen ihr Vaterland nennen, bis in das graue Altertum zurückverfolgen, bis zu Zeiten, aus denen über die Vorfahren der heutigen europäischen Kulturvölker keine Kunde mehr auf uns gekommen ist. In den chinesischen Geschichtswerken wird von einem Kaiser namens Schen-nung berichtet, welcher um das Jahr 2800 vor Christi Geburt lebte. Dieser Kaiser ordnete an, daß bei einem großen, alljährlich wiederkehrenden Feste in symbolischer Handlung die fünf wichtigsten Kulturpflanzen der damaligen Zeit ausgesäet werden sollten. Unter ihnen befand sich neben dem Reis und der Hirse auch der Weizen. In der Mitte des 24. Jahrhunderts vor unserer Zeitrechnung muß schon die Landwirtschaft und der Feldbau bei den Chinesen in hoher Blüte gestanden haben. In dieser Zeit lebte nämlich in China ein Kaiser namens Yu, welcher in dem Tale des Flusses Yang-tse-kiang großartige Drainage- und Bewässerungsanlagen zum Nutzen des Landbaues anlegen ließ. Wir sehen aus diesen Angaben, daß die Kultur des Getreides im äußersten Osten der alten Welt uralt ist und daß die Geschichte des Weizenbaues ebensoweit zurückverfolgt werden kann als die Geschichte des Menschengeschlechtes überhaupt.

Nicht anders ist es mit dem Anbau der Gerste. Die Chinesen kannten sie freilich in den ältesten Zeiten nicht, aber in einem anderen uralten Kulturlande finden wir zahlreiche Beweise dafür, daß auch der Anbau der Gerste weit in die vorgeschichtliche Zeit hinaus zurückverlegt werden muß. Das Niltal im Norden Afrikas, das heutige Ägypten, war in uralten Zeiten der Wohnsitz eines Volksstammes, welcher früh zu hoher Blüte emporstieg. Zwar ist die hohe Kultur, welche das Volk der alten Ägypter erreicht hatte, nicht wie bei den Chinesen bis auf den heutigen Tag erhalten geblieben. Aber die Kunde von dem Leben und Treiben des seltsamen Volkes ist auf uns gekommen durch die gewaltigen Baudenkmäler der Pyramiden und Sphinxe, welche die Jahr-

tausende überdauert haben, durch die in den Felsen gehauenen Grabkammern, in denen die alten Ägypter ihre Toten bestatteten. Und nicht bloß, daß das Volk existiert hat und eine hohe Kultur besaß, können wir aus diesen uralten Bauten ersehen, sondern wir können durch sie Einblick gewinnen in die gesamte Lebensführung jener alten Kulturträger bis ins einzelne hinein. Die alten Ägypter hatten nämlich die Gewohnheit, die Wände ihrer Tempel und besonders die Wände der Grabkammern, in denen die Mumien beigesetzt wurden, mit Bildern zu zieren, welche Szenen aus dem täglichen Leben getreu zur Darstellung bringen. Aus diesen Bildern ersehen wir, daß die Ägypter schon in den ältesten Zeiten Jagd, Fischfang, Vogelstellerei, Viehzucht, Weinbau und Getreidebau betrieben, daß ihnen der Gebrauch der Wage, der Säge, der Töpferscheibe bekannt war, daß sie zu weben verstanden, daß Malerei, Bildhauerkunst und Musik bei ihnen gepflegt wurden. In diesen alten Wandgemälden finden wir die ältesten erhaltenen bildlichen Darstellungen der Verrichtungen des Feldbaues. Ich kann es mir nicht versagen, Ihnen einige der ältesten dieser bildlichen Darstellungen, welche zugleich die ältesten Urkunden des Feldbaues überhaupt sind, (mit Hilfe des Projektionsapparates) vorzuführen.

Die Zeit, in welcher diese Urkunden entstanden sind, läßt sich nicht genau bestimmen. Die alten Ägypter hatten keine bestimmte Zeitrechnung, sondern sie zählten die Jahre einfach als Regierungsjahre des gerade regierenden Königs. Um aus diesen Angaben den Zeitpunkt der Ereignisse in unsere Zählweise umzurechnen, wäre es nötig, daß wir ein Verzeichnis aller Könige und ihrer Regierungsjahre besäßen. In der Tat sind derartige Listen erhalten geblieben, von denen aber keine einzige vollständig ist. Auch durch Zusammenstellung aller läßt sich noch keine ununterbrochene Königsliste aufstellen, welche zur sicheren Grundlage für die Zeitberechnung ausreichend wäre. Man hat deshalb andere Mittel zur Festlegung der Zeitrechnung der alten Ägypter zu Hilfe nehmen müssen. Sie wissen, daß die Astronomen imstande sind, alle Sonnen- und Mondfinsternisse und andere astronomische Ereignisse mit Sicherheit voraus zu berechnen. Man kann diese Berechnungen auch nach rückwärts ausführen und aus dem heutigen Stand der Gestirne bestimmen, welche astronomischen Ereignisse an einem bestimmten Tage vor hundert oder vor tausend und mehr Jahren stattgefunden haben. Auf diese Weise hat man

herausgerechnet, in welchem Jahr vor Christi Geburt bestimmte Himmelserscheinungen, die auf alten ägyptischen Denkmälern und Urkunden erwähnt worden sind, wirklich stattgefunden haben. Dadurch ließ sich mit Sicherheit feststellen, daß der König Amenophis I., welcher dem 18. Herrschergeschlecht angehörte, um die Mitte des 16. Jahrhunderts vor Christus regiert hat. Indem man von diesem festen Punkt aus mit Hilfe der Königslisten und der Angaben eines altägyptischen Geschichtschreibers weiter rückwärts zählte, hat man berechnet, daß das sogenannte alte Reich, diejenige Geschichtsepoche, aus welcher die in Fig. 26 wiedergegebene Darstellung der Gerstenernte stammt, in den Zeitraum von 2800 bis 2500 vor Christi Geburt zu setzen ist.



Fig. 26. Gerstenernte im alten Ägypten. Wandbild aus dem 3. Jahrtausend vor Christus.

Das Bild ist nach dem Wandgemälde in einem Grabmal bei Giseh kopiert und stammt aus der Zeit des fünften Herrschergeschlechtes. Wir sehen auf demselben ägyptische Männer mit dem Einernten von Getreide beschäftigt. Die Abbildung der Getreidepflanzen ist in dem Original deutlich und naturgetreu genug, um in ihnen die zweizeilige Gerste zu erkennen. Zum Schneiden dient eine kurzgestielte Sichel. Die geschnittenen Ähren werden in tragbare Kästen gesammelt und aus diesen in eine größere Kiste geschüttet.

Auch über die Art und Weise der Feldbestellung im alten Ägypten geben uns die Wandbilder der Denkmäler und Grabkammern Aufschluß. Die in Fig. 27 stark verkleinert reproduzierte Darstellung des Feldbaues ist freilich nicht so alt, als das Bild der Gerstenernte in Fig. 26. Sie stammt aus dem Grabmal des Königs Ramses IV. in Bibou el Moluk. Immerhin fällt ihre Entstehung noch in das zweite Jahrtausend vor Christus. Das bearbeitete Feld liegt am Ufer

eines Flußarmes oder Kanals, was durch die Zickzacklinien im Vordergrunde angedeutet sein soll. Zwei bunte Kühe, von denen die eine vom frei umherspringenden Kalbe begleitet ist, ziehen den hölzernen Pflug, der von einem Manne am Pflugsterz geführt wird. Zum Antreiben der Zugtiere dient dem Pflüger eine lange Rute. Ein zweiter Mann säet in die rauhe Furche unmittelbar hinter dem Pfluge das Getreide. Das Saatgut trägt er in einem Henkelkorbe in der linken Hand, während er mit der Rechten das Korn im hohen Bogen breitwürfig auf das Feld ausstreut.

Ähnlich wie die Ernte der Gerste wurde auch die Weizenernte im alten Ägypten beschafft. Das zeigt die Fig. 28, welche die Darstellung der Weizenernte aus einem alten Grabmal in Kum el Ahmar wiedergibt. Mehrere Schnitter sind beschäftigt, die Ähren mit einem sichelförmigen Messer zu schneiden, wobei sie mit der einen Hand ein Bündel Halme packen und mit der anderen das



Fig. 27. Pflügen und Säen im alten Ägypten. Wandbild aus dem 2. Jahrtausend vor Christus.

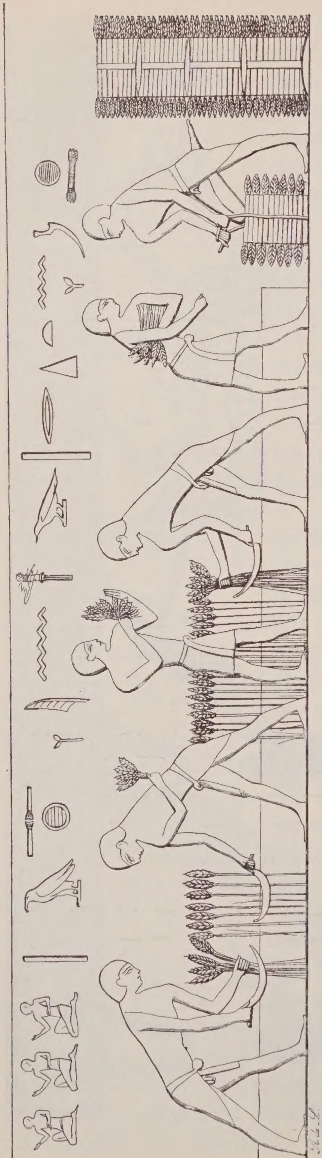


Fig. 28. Altägyptische Weizenernte.

Messer führen. Die unteren zwei Dritteile der Halme bleiben als Stoppeln stehen. Die Schnitter reichen die abgeschnittenen Ährenbüschel einem Sammler, der sie zum Binden zur Seite trägt. Ein Binder schichtet dort die einzelnen Büschel zu Garben aneinander und umbindet sie mit einem Seil. Die fertigen Garben werden einstweilen in Haufen übereinander gelegt. Die Halme sind in den Garben so aneinander gelegt, daß die Ähren zu beiden Seiten herausragen, und die Garbenhaufen sind in der Weise geschichtet, daß alle Ähren frei liegen. Einem deutschen Landmanne wird diese Art zu binden und Hocken zu setzen recht unpraktisch erscheinen. Bei uns sucht man gerade die Ähren in den Hocken zu schützen. Vor allen Dingen werden die Garben mit dem Ährenende nach oben aufrecht gestellt, damit bei einem Regen das Wasser schnell ablaufen kann, und in manchen Gegenden Deutschlands werden die in kleinen Gruppen zusammenstehenden Garben oben noch zum Schutze mit einer letzten Garbe bedeckt. Man fürchtet mit Recht, daß die Körner, wenn sie nicht vor Nässe geschützt sind, in den Ähren zum Austreiben kommen könnten, wodurch der

Mehlgehalt und der Wert der Körner als Brotfrucht bedeutend herabgesetzt wird. Der ägyptische Bauer kannte aber in dem regenlosen Klima seines Landes diese Sorge nicht und konnte diese Schutzeinrichtungen an dem zum Trocknen aufgeschichteten Korn entbehren. Die trockenen Ähren wurden in Speichern aufbewahrt, von denen uns in den Wandbildern gleichfalls Abbildungen gegeben werden. Das Ausdreschen der Körner erfolgte auf offenen Tennen in der Weise, daß die zu dreschenden Garben geöffnet und in hoher Schicht übereinander gelegt wurden. Über die so gebildete Strohschicht wurden dann Ochsen hin und her getrieben, welche durch ihre Fußtritte die Körner aus den Ähren herausschlugen. Diese Methode des Dreschens ist auch heute noch in manchen Gegenden der Erde in Gebrauch. So wird z. B. in Indien vielfach der Reis in gleicher Weise behandelt. In Norddeutsch-

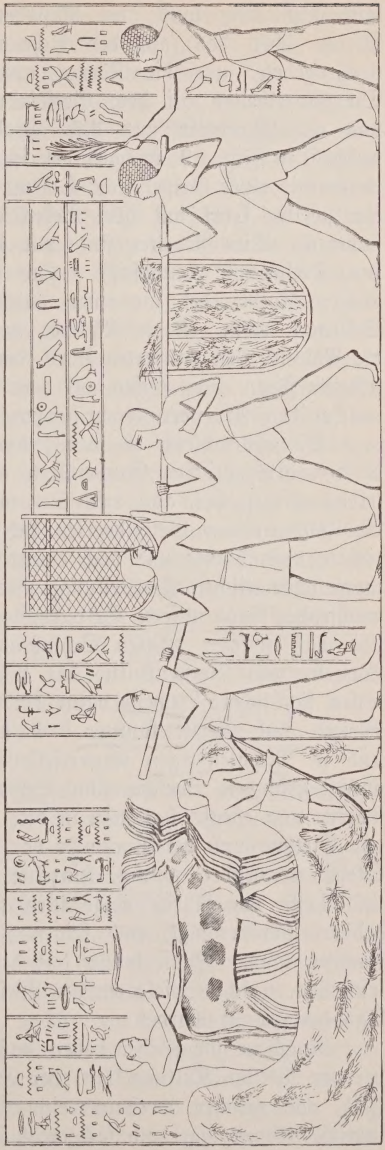


Fig. 29. Dreschen der Gerste im alten Ägypten.

land und auch sonst, wo Rapsbau betrieben wird, läßt man Pferde über das auf der Scheunendiele aufgeschichtete Rapsstroh gehen, um die Körner aus den Schoten zu befreien. Die Einzelheiten bei dem Gerstendrusch im alten Ägypten läßt uns ein Wandbild aus dem Grabmal von Elethya erkennen, welches in Fig. 29 nachgebildet ist. Ein völlig nackter Arbeiter treibt mit einer Geißel sechs Ochsen über das zu dreschende Korn, ein zweiter kehrt mit dem Besen die ausgefallenen Körner zusammen. Vier Arbeiter sind mit dem Herbeitragen von Ähren zur Dreschtenne beschäftigt. Sie tragen die Ähren in einem großen Korbe, der an einer durchgesteckten Stange auf ihren Schultern ruht. Beim Rückweg von der Tenne trägt der eine der Männer den entleerten Korb, der zweite die Tragstange. Die siebente Figur ganz rechts auf dem Bilde stellt den Aufseher dar, welcher den Arbeitern Anweisungen gibt.

So einleuchtend es nun jemandem, der die Originalbilder in den altägyptischen Grabmälern oder doch genaue Kopien derselben gesehen hat, auch erscheinen mag, daß die dort vorhandenen Abbildungen von Getreidearten sich auf Weizen und Gerste beziehen, man könnte uns doch einwerfen, daß die alten Maler in ihrer schematischen Darstellungsweise vielleicht irgend ein wildwachsendes Gras unseren Getreidepflanzen ähnlich gezeichnet hätten, und daß unserer ganzen Schlußfolgerung über das Alter der Weizen- und Gerstenkultur der sichere Boden fehlte. Indessen lassen sich sichere Beweise dafür beibringen, daß die alten Ägypter Weizen und Gerste kannten. Man hat in den Königsgräbern und in Mumiensärgen unzweifelhaft echte Weizen- und Gerstenähren gefunden, welche zum Schmuck der Mumien verwendet waren, und ebenso hat man in den Ziegeln der Umfassungsmauer von Elethya und der Pyramide von Dashur, bei deren Herstellung Stroh verwendet wurde, einzelne Weizen- und Gerstenkörner und Teile von Ähren eingebacken gefunden, welche, wenngleich gedörrt und versengt, doch keinen Zweifel an ihrer Echtheit aufkommen lassen. Man konnte aus den aufgefundenen Resten sogar feststellen, welche Spielarten des Weizens und der Gerste im alten Ägypten gebaut wurden.

Nachdem wir gesehen haben, daß der landwirtschaftliche Anbau bei den ältesten Kulturvölkern der Erde schon in der allerfrühesten Zeit, von welcher überhaupt eine Kunde auf uns gekommen ist, bereits bekannt war und sachgemäß betrieben wurde, wird es uns

nicht wundernehmen, daß die Griechen und Römer als die ältesten Kulturvölker unseres europäischen Festlandes zu der Zeit, wo sie für uns aus dem Dunkel der sagenhaften Vorgeschichte in das helle Licht der Geschichte hineintreten, bereits den Feldbau kannten. Zu den schönsten Perlen der altgriechischen Literatur gehören zwei uralte, umfangreiche Heldengedichte, die Ilias und die Odyssee, als deren Verfasser man früher einen blinden Dichter namens Homeros ansah. Die sprachwissenschaftliche Forschung der neueren Zeit hat es wahrscheinlich gemacht, daß die beiden poesievollen Werke überhaupt nicht einen einzigen Mann zum Verfasser hatten, sondern daß sie entstanden sind aus der Zusammenfügung von Götter- und Heldengesängen und von Volkssagen, welche zum Teil in grauer Vorzeit noch vor der Anwendung der Buchstabenschrift im griechischen Volke entstanden, Jahrzehnte und Jahrhunderte lang durch mündliche Überlieferung fortgepflanzt worden sind, um endlich in planmäßiger Weise durch einen schriftkundigen Sänger zu einem zusammenhängenden Ganzen vereinigt zu werden. Wir dürfen also annehmen, daß die Sitten und Lebensgewohnheiten, welche den in den Heldengedichten geschilderten Menschen zugeschrieben werden, den Sitten und Lebensgewohnheiten des Griechenvolkes in der grauen Vorzeit, aus welcher die Dichtungen ihren Ursprung nahmen, entsprechen. Die Griechen der homerischen Gesänge kannten den Weizen und die Gerste und ihren Anbau als Feldfrucht. Vom Weizen werden in den Gedichten zwei Arten angeführt, der gemeine Weizen und eine zweite Art, welche gewöhnlich als Spelz gedeutet wird, wahrscheinlicher aber Emmer gewesen sein wird.

Auf der italienischen Halbinsel können wir den Getreidebau nicht bis in so frühe Zeiten zurück verfolgen. Immerhin besitzen wir den sicheren Beweis, daß die Gerste schon im sechsten Jahrhundert vor Christus Gegenstand der Kultur war. Auf altitalischen Münzen aus dieser Zeit findet sich nämlich häufig eine Darstellung von Getreideähren oder von einzelnen Körnern. Die Darstellungen sind so naturgetreu, daß wir sogar die betreffende Spielart des Getreides bestimmen können. So zeigen die drei oberen Münzen der Fig. 30, welche von der Stadt Metapontion im sechsten und fünften Jahrhundert vor Christus geprägt wurden, Ähren der sechszeiligen Gerste, und die erste Münze der unteren Reihe, ein Vierdrachmenstück von Leontinon auf Sizilien, zeigt um einen Löwenkopf vier einzelne Körner derselben Getreideart.

Die übrigen drei Münzen sind ebenfalls von hohem Alter, aber nicht italischen Ursprungs. Die beiden größeren, welche aus Skotussa und Methydrion in Thessalien stammen, geben die Abbildung eines einzelnen Ährchens des grannenlosen Winterweizens. Der Obolos von Orchomenos in Böotien, welchen die kleinste der Figuren abbildet, zeigt ein einzelnes Weizenkorn derjenigen Abart des gemeinen Weizens, welche gegenwärtig als englischer Weizen bezeichnet wird, und welche auch heute noch vorzugsweise in den Mittelmeerländern angebaut wird. Wirkliche Funde von erhaltenen Getreidekörnern im mittleren und südlichen Italien



Fig. 30.
Verschiedene italische und griechische Münzen aus der vorchristlichen Zeit, welche Darstellungen von Getreideähren oder von Teilen derselben aufweisen.

stammen aus verhältnismäßig später Zeit. Dagegen sind in Oberitalien einige uralte Fundstätten bekannt, so in dem Varèse-See im Südosten von Lugano, ferner bei Lagozza in der Provinz Mailand, bei Casale und an anderen Orten in der Ebene des Poflusses. Es handelt sich überall an diesen Punkten um Überreste von Ansiedlungen eines Menschenstammes, der den Gebrauch der Metalle noch nicht kannte und der seine Werkzeuge, Hammer, Beile, Pfeilspitzen aus Stein herstellte. Die Zeit, in welcher diese Ansiedlungen bestanden, reicht in das dritte Jahrtausend vor Christus zurück. Die Altertumskunde

bezeichnet die Periode in der Entwicklung der Volksstämme, aus welcher jene Überreste herrühren, wegen der Verwendung von Stein zu Werkzeugen als die Steinzeit. Durch einen glücklichen Zufall sind gerade aus jener vorgeschichtlichen Periode zahlreiche Überbleibsel erhalten geblieben. Die Bewohner Oberitaliens in der Steinzeit bauten nämlich ihre Wohnungen, wo es anging, nicht auf dem festen Lande, sondern sie siedelten sich auf einem Pfahlrost in seichten Seen oder in Sümpfen an, weshalb man ihre



Fig. 31. Ansicht einer Pfahlbauansiedlung aus der Steinzeit.

Wohnplätze als Pfahlbauten bezeichnet. Alle Abfälle der Haushaltung gerieten auf diese Weise in den Schlamm des Seebodens oder in den Torf. Wenn solche Ansiedlungen zerstört wurden, sei es durch Schadenfeuer oder durch Feindeshand, so gerieten auch die Trümmer der Wohngebäude und die Überbleibsel ihres Inhaltes an Haushaltungsgegenständen und Vorräten in das Schlammbett und wurden dort vor Fäulnis geschützt durch die Jahrtausende bis zum heutigen Tag aufbewahrt. So vollständig sind die Funde aus den Pfahlbauten der Steinzeit, daß wir mit Leichtigkeit ein genaues Bild einer solchen Ansiedlung konstruieren

können. In dieser Weise ist die Abbildung des Pfahlbauerdorfes entstanden, welche die Fig. 31 gibt. Für uns von besonderem Interesse sind nun die Getreidefunde aus der Steinzeit. In den oberitalienischen Pfahlbauten sind aus der Steinzeit nur Weizen und Gerste gefunden worden, und das Gleiche gilt auch für die zahlreichen aus der Steinzeit herrührenden Pfahlbauten der Schweiz und in Deutschland. In den schweizerischen Pfahlbauten hat ein Forscher die Anwesenheit einer besonderen kleinkörnigen Weizenart konstatiert, die er als den Weizen der Alten bezeichnet und die er als die Grundform ansieht, aus welcher durch die Kultur die verschiedenen Formen des Weizens entstanden sind. Andere Forscher sind über diesen Punkt allerdings anderer Meinung gewesen. Wie dem auch sein mag, das können wir als feststehend ansehen, daß auch in Mitteleuropa schon in der vorgeschichtlichen Zeit Weizen und Gerste als Feldfrüchte bekannt waren und zum Anbau verwendet wurden.

Anders ist es mit Roggen und Hafer. Der Ursprung dieser beiden Getreidearten läßt sich nicht in ein so hohes Alter der vorgeschichtlichen Zeit zurück verfolgen. Die alten Ägypter und Chinesen kannten diese Feldfrüchte ebensowenig als die homerischen Griechen. Auch die Griechen der klassischen Zeit und die Römer haben den Saathafer nicht als Feldfrucht angebaut. Dagegen ist bei den germanischen und keltischen Völkern, welche das heutige Deutschland und Frankreich bewohnten, der Haferbau schon in einer älteren Zeit nachweisbar. Man hat Haferkörner in einem Gräberfelde bei Wittenberge in der Priegnitz gefunden, welches angeblich aus dem ersten Jahrhundert nach Christi Geburt stammt, wahrscheinlich aber ein bedeutend höheres Alter hat. Auch in einigen Pfahlbauten der Schweiz, welche aus der der Steinzeit folgenden Bronzeperiode herrühren, sind Haferkörner nachgewiesen worden. Einen weiteren Beleg bildet eine Äußerung des römischen Schriftstellers Plinius, der im ersten Jahrhundert nach Christus lebte. Derselbe schrieb: „Ein Hauptverderb des Getreides ist der Hafer, welcher durch ausartende Gerste entsteht. Die Völker Germaniens säen ihn geradezu und essen keinen anderen Brei als Haferbrei.“ Es bleibt dabei fraglich, ob die Haferpflanze, die Plinius für ein so schädliches Unkraut unter dem Getreide hält, die nämliche ist, welche den Germanen als Feldfrucht diente.

Der Roggen wird gleichfalls von Plinius zuerst erwähnt. Er beschreibt die Roggenpflanze und gibt an, daß sie als Kulturgewächs bei den Taurinern, einer Völkerschaft am Fuße der Alpen, angebaut werde. In einem Pfahlbau des Gardasees in Oberitalien sind in der Tat Roggenkörner aus einer verhältnismäßig frühen Epoche gefunden worden. Wie sich aus den im gleichen Pfahlbau gefundenen Eisengerätschaften schließen läßt, gehört die betreffende Ansiedlung der späteren Eisenzeit an, welche hier in die ersten Jahrhunderte vor Christi Geburt fällt. Aus dem frühen Mittelalter sind zahlreiche Roggenkörner aufgefunden worden. Besonders reich sind die Funde aus den slawischen Niederlassungen im nördlichen und östlichen Deutschland.

Von woher der Hafer und der Roggen als Kulturpflanze zu den Germanen gelangte, das ist schwer mit Sicherheit zu entscheiden. Indem man die Sprachwissenschaft zu Hilfe herbeizog, hat man versucht, aus dem Namen, den die Getreidearten bei den verschiedenen Volksstämmen haben, Schlüsse über die Überlieferung der Getreide von Volk zu Volk zu ziehen. Man hat ferner die Anforderungen, welche die Getreidearten an das Klima stellen, benutzen wollen, um festzustellen, wo die Urheimat dieser Pflanzen zu suchen sei. Auch die Verbreitung der wildwachsenden nächsten Verwandten von Hafer und Roggen hat man mit zur Entscheidung dieser Frage herbeigezogen. Mit Berücksichtigung aller Umstände ist man zu der Ansicht gelangt, daß die Heimat des Hafers und des Roggens im gemäßigten Osteuropa zu suchen sei, und daß ihr Anbau als eine Feldfrucht zuerst von den slawischen Volksstämmen ausgegangen ist, zu einer Zeit, als bereits die griechischen und römischen Völkerschaften sich von der großen indoeuropäischen Völkerfamilie abgetrennt und im Süden Europas gesonderte Wohnstätten bezogen hatten. Die germanischen Stämme, welche mit den Slawen länger in Berührung blieben, nahmen von diesen frühzeitig den Anbau der beiden Getreidearten an.

So sehen wir also, daß die germanischen Völker zu der Zeit, wo ihre eigentliche Geschichte beginnt, bereits alle vier Getreidearten kennen; Roggen- und Haferbau brachten sie mit von Osten her, Weizen und Gerste fanden sie als Kulturpflanze bei den Ureinwohnern des Landes vor. Was uns die älteste Geschichte über die Methode ihres Feldbaues lehrt, das werden wir im nächsten Vortrag sehen.

Sechster Vortrag.

Die ältesten schriftlichen Nachrichten über den Landbau der Deutschen finden wir in den militärischen Annalen des Julius Cäsar, des politischen Vorgängers jenes Kaisers Augustus, der das Gebot ausgehen ließ, daß alle Welt geschätzet werde. Cäsar hat in der Mitte des Jahrhunderts vor Christi Geburt in dem heutigen Frankreich und Belgien eine Reihe siegreicher Kämpfe gegen die Einwohner jenes Landes geführt und ist von dort aus auch mit den Germanen in Berührung gekommen. Das Land der Germanen aus eigener Anschauung kennen zu lernen, hatte er keine ausreichende Gelegenheit. Die Angaben, welche er in seinen Annalen für seine Landsleute niederschrieb, müssen also auf mündlichen Berichten begründet sein, die er von Kaufleuten erhielt, welche vielleicht in Deutschland Handel getrieben hatten, oder von Deutschen, die den römischen Legionssoldaten als Gefangene in die Hände geraten waren. Welche Glaubwürdigkeit die so entstandenen Aufzeichnungen verdienen, das werden wir leicht aus einer Stelle des sechsten Abschnitts in Cäsars Buch vom Gallischen Kriege erkennen. Cäsar schreibt dort über Deutschland etwa das folgende:

Es gibt da auch Elche. Diese Tiere haben ähnliche Gestalt und Färbung wie Ziegen, aber sie sind etwas größer und haben verbreiterte Hörner und keine Kniegelenke in den Beinen. Deshalb legen sie sich zum Schlafen nicht nieder, und wenn sie durch einen unglücklichen Zufall umfallen, so können sie nicht mehr aufstehen. Sie benutzen die Baumstämme als Ruhelager, sie lehnen sich an dieselben an und ruhen so aus, indem sie sich nur ganz wenig zurücklegen. Wenn nun die Jäger spüren, wo sich die Tiere gewöhnlich ausruhen, so sägen sie an diesem Platz alle Bäume über der Wurzel ein, aber so, daß es aussieht, als ob sie noch ganz fest ständen. Wenn dann die Elche sich wie

gewöhnlich anlehnen, werfen sie durch ihr Gewicht die Bäume um und fallen selbst hin.

Tiere ohne Kniegelenke und die famose Fangmethode, — es fehlt nur noch eine entsprechende Zeichnung von Oberländer dazu, so könnte die Geschichte ganz gut unter der Überschrift Jägerlatein in den Fliegenden Blättern einen Platz ausfüllen. Ich denke mir, daß die Römer bei ihren Kriegsoperationen an der Grenze Deutschlands zufällig einmal einen biederen germanischen Nimrod erwischt haben, der dem gelehrten und ernsten römischen Feldherrn mit verschmitztem Humor die tollsten Jagdgeschichten aufgetischt hat. Auch die Angaben, welche Cäsar über die Landwirtschaft der alten Deutschen macht, lauten höchst merkwürdig und sind vielleicht auf ähnliche Weise entstanden. Cäsar schreibt: Zum Ackerbau haben die Deutschen keine besondere Neigung, zum größten Teil besteht ihre Nahrung aus Milch, Käse und Fleisch. Keiner hat eigenen Grundbesitz, sondern die Behörden und Herzoge teilen in jedem Jahre den einzelnen Familien und Sippschaften nach Gutdünken Land zu und zwingen sie, im nächsten Jahr an einen anderen Ort umzuziehen.

Von einer geordneten Feldbestellung, von einem wirklichen landwirtschaftlichen Betriebe des Getreidebaues hätte unter diesen Umständen wohl keine Rede sein können. Und wir wissen doch aus vorgeschichtlichen Funden, daß die Feldfrüchte bei den Germanen zu Cäsars Zeit schon eine wichtige Rolle spielten. Der römische Schriftsteller Tacitus, welcher etwa hundert Jahre nach Beginn unserer Zeitrechnung ein Buch über Deutschland schrieb, war schon besser über die Sitten und Gewohnheiten unserer Vorfahren unterrichtet, aber sein Bericht wird sehr dadurch beeinflußt, daß er Land und Volk mit den Augen des hochgebildeten Römers ansah, dessen Heimatland die sonnige, lachende Flur Italiens ist, dessen Vaterstadt aus Marmorpalästen besteht und die Schätze und Kultur aller Länder in sich vereinigt. Ihm erscheint das waldige Deutschland mit seinen wasserreichen Niederungen als „ein Land von einförmiger Beschaffenheit, rauh im Klima, traurig anzusehen, voller Wälder und Sümpfe", welches nur dem gefallen könne, der es sein Vaterland nennt. Mit römischem Vorurteil sieht er in den sauberen Fachwerkbauten der Germanen, die mit Kalk weiß getüncht und mit allerlei Linien und Zieraten geschmückt waren,

elende Hütten. Und wenn der Römer auch von dem deutschen Leben und von der deutschen Sitte mit hoher Achtung spricht, das was an Anfängen der Kultur in unserem Vaterlande schon zu finden war, erscheint ihm gegenüber der römischen Verfeinerung aller Lebensgewohnheiten als Barbarei. So muß es notwendig ein Zerrbild sein, das die Darstellung des Tacitus uns bietet, wir müssen seine Angaben mit Vorsicht aufnehmen und vor allen Dingen unser Heimatland und seine Bewohner des rauhen, düsteren, unfreundlichen Charakters entkleiden, der ihnen in seinen Schilderungen beigelegt wird. Die schönen Waldgebirge, die breiten Flüsse und Seen, die unser Vaterland vor anderen auszeichnen und seinen landwirtschaftlichen Charakter hauptsächlich bedingen, waren auch damals schon vorhanden, und die große Bewohnerzahl, welche Tacitus den Ländern zuschreibt und welche auch aus der Größe deutscher Heere aus jener Zeit gefolgert werden muß, läßt uns schließen, daß auch damals schon neben den Niederungen der Flüsse die sanften Hänge der Vorberge an vielen Stellen von Wald entblößt waren und zum Anbau der Feldfrüchte oder zur Weide für das Vieh dienten. Städte existierten noch nicht. Die Deutschen wohnten gerade, weil der Feldbau und die Viehzucht ihnen den Lebensunterhalt gewährten, in einzelnen Gehöften inmitten ihrer Feldmark. Ob nicht daneben auch an manchen Orten geschlossene Dorfschaften bestanden, läßt sich aus den Angaben des Tacitus nicht entnehmen. Neben dem Wohngebäude bildeten Stallungen, Scheuern und Schuppen das Gehöft. Die Feldfrüchte wurden in der Weise angebaut, daß jedes Jahr ein Stück Acker unbebaut blieb, um als Brache für das nächste Jahr an Ertragfähigkeit zu gewinnen. Von den Ackergerätschaften, die unsere Altvordern benutzten, erfahren wir bei Tacitus nichts. Auch sonst sind die Angaben über den Feldbau sehr mangelhaft, wir wissen nicht sicher, ob die alten Deutschen die Anwendung des Düngers zur Hebung des Feldertrages kannten, wie sie das Feld bestellten, wann sie säten, und wie die Ernte beschafft wurde.

Auch wenn wir die urkundlichen Nachrichten über die nächsten Jahrhunderte durchforschen, gelingt es nicht, ein einheitliches Bild von dem Feldbau der alten Deutschen zu gewinnen. Die meisten Andeutungen finden wir über diesen Gegenstand noch in den altdeutschen Gesetzbüchern, den sogenannten germanischen Volksrechten, welche im fünften und den folgenden

Jahrhunderten nach Christus entstanden sind. Da diese Gesetzbücher zum Teil nur schriftliche Aufzeichnungen des bei dem betreffenden Volksstamme geltenden Gewohnheitsrechtes sind, so können ihre Angaben wenigstens teilweise auch noch auf die der Aufzeichnung vorhergehenden Zeitabschnitte bezogen werden. Wir erfahren aus diesen Gesetzbüchern, daß die alten Deutschen den Räderpflug, die Egge und den Wagen, ferner Hacke und Spaten, Sichel, Sense und Dreschflegel bei dem landwirtschaftlichen Anbau der Getreide benutzten. Als Zugvieh wurden Ochsen und Pferde verwendet. Das geschnittene Getreide wurde vorläufig in Mieten untergebracht, später mit Flegeln gedroschen. Die Körner wurden auf dem Kornboden gelagert und gelangten von dort direkt zum Verbrauch oder zur Mehlgewinnung in die Mühle.

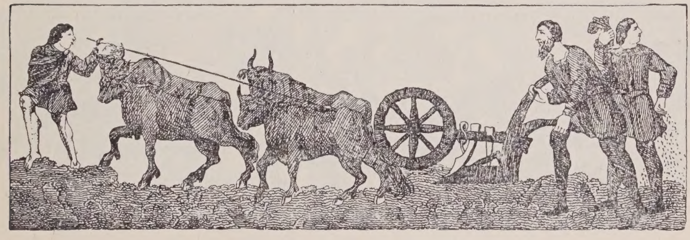


Fig. 32. Feldbestellung bei den alten Germanen.

Es existiert ein alter angelsächsischer Kalender mit Bildern, dessen Entstehung auf das elfte Jahrhundert zurückgeht. Die Darstellungen der Feldbauverrichtungen, welche die Monatsbilder geben, entsprechen aber nicht der Zeit, aus der sie uns überliefert sind, sondern weisen offenbar auf eine frühere Zeit zurück und sind schon zur Zeit ihrer Entstehung als Schilderung der Sitten und Gebräuche früherer Jahrhunderte gedacht. Wir können sie als die älteste bildliche Darstellung der landwirtschaftlichen Verrichtungen bei einem germanischen Stamme ansehen und aus ihnen eine anschauliche Vorstellung von dem Betriebe der Landwirtschaft bei unseren Altvordern gewinnen. Es sind im ganzen entsprechend der Zahl der Monate zwölf Bilder, dieselben beziehen sich auf alle Zweige ländlicher Arbeiten. Ich will Ihnen von denselben diejenigen drei Bilder (mit dem Projektionsapparat) vorführen, welche sich direkt auf den Getreidebau beziehen.

Die Fig. 32 wird als das Monatsbild des April oder des Mai angenommen, es stellt die Feldbestellung und die Aussaat dar. Der Pflug ist mit vier Ochsen bespannt. Die Leitung der Tiere obliegt einem barfüßigen Führer, welcher mit einer langen Stange mit eiserner Spitze versehen ist. Mit diesem Stabe treibt er die Tiere an und lenkt sie in der gewünschten Richtung. Der Pflug ist ein Räderpflug mit Schar und Sech. Die Art der Anspannung ist im Bilde nicht ersichtlich. Zur Lenkung des Pfluges dient der Pflugsterz, den ein bärtiger Mann mit beiden Händen führt. Aus dem Vergleich mit den übrigen Bildern läßt sich schließen, daß der bärtige Mann den Herrn des Feldes oder doch den Verwalter darstellen soll. Hinter dem Pfluge säet ein dritter Mann in die frische Furche. Den Sack, der das Saat-



Fig. 33. Getreideernte bei den alten Germanen.

gut enthält, trägt er auf der rechten Schulter, während er mit der linken Hand die Samen ausstreut.

Die Abbildung in Fig. 33 bezieht sich auf den Erntemonat. Drei Schnitter schneiden das Getreide mit der Sichel. Die rechte Hand ergreift das Korn dicht unterhalb der Ähre, die linke schneidet in einiger Höhe über dem Boden, so daß ziemlich lange Stoppeln stehen bleiben. Jedem Schnitter ist ein Träger beigegeben, der die Halmbündel zu dem zweiräderigen Erntekarren trägt, wo sie von einem weiteren Arbeiter mit einer Forke oder Gaffel aufgeladen werden. Der eine Träger hat soeben sein Halmbündel abgegeben, der zweite trägt das seinige herbei. Die eigentümliche Stellung des dritten Trägers in der Mitte des Bildes und das scherenartige Instrument, welches derselbe handhabt, haben bisher meines Wissens keine einleuchtende Deutung erfahren. Vielleicht ist die Wiedergabe des Originals in bezug

auf diese Person undeutlich oder unvollständig. Der Erntekarren des Bildes ist ein Kastenwagen mit ausgeflochtenen Seitenwänden. Der Radkranz ist aus Felgen zusammengesetzt, welche durch Speichen mit der Nabe verbunden sind. Außer den Arbeitern befindet sich in der Abbildung ganz links noch eine weitere Person. Dieselbe trägt bessere Kleidung und hat in der Originalabbildung zweifarbige Strümpfe, woran man in ihr den Aufseher erkennen will. Derselbe bläst auf einem Horn, welches dazu diente, die Leute herbeizurufen oder ihnen sonstwie ein Zeichen zu geben.

Das dritte Bild, Fig. 34, schildert die Drescharbeiten. Zwei Drescher dreschen mit Flegeln das Korn auf der Tenne. Daneben siebt ein Mann die Körner aus. Zwei weitere Arbeiter tragen an einer durchgesteckten Stange einen zierlich geflochtenen



Fig. 34. Dreschen bei den alten Germanen.

Korb, welcher zum Aufmessen und Forttragen des Kornes bestimmt ist. Sie haben beide in der linken Hand einen eigentümlich zugeschnittenen Stab, über dessen Bedeutung Zweifel herrschen. Da der Korb unten gerundet ist und also nicht am Boden stehen konnte, so ist es mir wahrscheinlich, daß die Stäbe in irgend einer Weise bestimmt waren, den Korb zu tragen und zu stützen, wenn er zum Zweck des Einfüllens von den Schultern herabgenommen war. Andere Erklärer wollen in den Stäben die Streichlatten sehen, mit denen der bis zum Rande gefüllte Korb abgestrichen wurde. Der Korb diente nämlich zugleich als Maß für das erdroschene Getreide. Die Zahl der aufgemessenen Körbe markiert der bärtige Aufseher, welcher rechts im Bilde steht, an einem Kerbholz.

Seit jenen Zeiten, von denen uns die vorgeführten Bilder Kunde geben, hat sich der Getreidebau in Deutschland langsam

aber stetig entwickelt. Die Bearbeitung des Bodens, die Düngung, die Saatwahl und Fruchtfolge werden rationeller, das Ackergerät wird verbessert und vervollständigt, der Boden durch Bewässerung oder Entwässerung ertragreicher gemacht. Mit der Erfindung der Buchdruckerkunst begann auch eine eigentliche landwirtschaftliche Literatur. Die ältesten Werke derselben sind Zusammenstellungen von allerhand Rezepten, bei denen noch mancherlei abergläubische Vorstellungen eine Rolle spielen. Aber allmählich werden die Schriften sachlicher und belehrender, verbreiten mehr und mehr Aufklärung bei den Landwirten über die praktischen Grundlagen des Getreidebaues. Wir besitzen aus dem Anfang des 17. Jahrhunderts ein Druckwerk, dessen Verfasser, Konrad Heresbach, in Dialogform in vier Büchern ein deutsches Landgut in den Rheinlanden beschreibt. Das Werk beschäftigt sich auch sehr eingehend mit dem Getreidebau, mit der für die verschiedenen Bodenarten zuträglichen Fruchtfolge, mit Düngung und Ackerei und zeigt uns deutlich, daß der Getreidebau schon damals auf einer hohen Stufe stand.

Der Dreißigjährige Krieg, welcher in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts unserem Vaterlande so blutige Wunden schlug, hat der Landwirtschaft von allen Gewerben am meisten Schaden gebracht. Bayern blieb verhältnismäßig lange von den direkten Kriegsschäden verschont, bis es endlich in den Jahren 1645 und 1647 der Zerstörung einer entarteten Soldateska zum Opfer fiel. Tausende von verödeten Höfen zeugten nach jenen Jahren von den Greueln des Krieges. Wo noch ackerbauende Bevölkerung ansässig war, fehlten den Bauern das Vieh, der Dünger und die Arbeitskräfte, um die Feldbestellung in lohnender Weise wieder aufzunehmen. Wölfe und Bären hausten in dem entvölkerten Lande. Es mag damals an vielen Stellen unseres Vaterlandes weit wüster und wilder ausgesehen haben als zu den Zeiten des Cäsar und des Tacitus. Nur ganz allmählich vermochte sich die Landwirtschaft von der schweren Prüfung zu erholen. Im Anfang des 18. Jahrhunderts lag im Herzogtum Bayern noch ein Dritteil des Landes wüst. Das Inntal hatte wohl am wenigsten gelitten, es erholte sich am frühesten und bildete den Ausgangspunkt für die Hebung der gesunkenen Landwirtschaft des Bayerlandes.

Nicht selten trifft man in den landwirtschaftlichen Büchern im Anfang des 18. Jahrhunderts den Wunsch ausgesprochen,

daß doch die aufblühende Naturwissenschaft dem Landbau ihre Hilfe leihen möchte. So schreibt z B. Bernhard von Rohr in seiner kompendiösen Hausbibliothek im Jahre 1716: „die Herren Naturkundigen“ möchten sich des Ackerbaues annehmen, indem „die meisten derselben sich bemühten, allerhand einheimisches und ausländisches Ungeziefer zu anatomieren, Mineralien genau zu erforschen und aufzuschließen, aber über die Feldfrüchte physikalische Anmerkungen zu machen und sie zu anatomieren, stehe den meisten Gelehrten nicht an“. „Freilich aber,“ schreibt er weiter, „dürften diese Experimente und Decouverten nicht so beschaffen sein, wie die Invention des Reucher.“ Dieser Mann hatte nämlich Elefanten als Zugtiere für die Landwirte in Vorschlag gebracht, weil sie zwölf Pflüge auf einmal ziehen könnten. Mit einem von einem Tierführer für 400 Taler gekauften Elefanten wurde dieses denkwürdige Experiment in der Tat in der Umgegend von Speyer ins Werk gesetzt. Der Elefant gab sich auch gutmütig zu dem Versuche her. Als er aber auf das Ackerfeld kam, sank er bis an den Bauch in den weichen Boden und blieb stecken, bis man ihn mit Hilfe eines eigens zu dem Zweck erbauten Gerüstes und mit großen Kosten wieder herauszog.

Was Bernhard von Rohr wünschte und auch was jener Reucher erstrebte, ist inzwischen längst von Wissenschaft und Technik für den Getreidebau geleistet worden. Die Landwirtschaft ist eine Wissenschaft geworden, welche in besonderen Schulen und Hochschulen gelehrt wird. Die Forschungsergebnisse der Chemie und der Botanik sind dem Getreidebau zu Nutzen gekommen. Die Technik hat eine große Zahl von Maschinen konstruiert, welche alle landwirtschaftlichen Verrichtungen für den Menschen ausführen. Für die Bestellung des Ackers existieren Dampfpflüge, welche sechs und mehr Pflugeisen auf einmal ziehen. Die Zahl der sonstigen Ackergerätschaften und die Zweckmäßigkeit ihrer Konstruktion ist erheblich erhöht worden. Besondere Saatzuchtanstalten sorgen für die Erziehung und Erhaltung ertragreicher und widerstandsfähiger Getreidearten. Das Saatgut wird durch besondere Reinigungsmaschinen von Unkrautsamen befreit. Zum Aussäen sind Säe- und Drillmaschinen konstruiert worden, welche gleichmäßiger und sparsamer als die menschliche Hand das Saatkorn über den Acker verteilen. Mähmaschinen und Bindemaschinen vertreten die Schnitter und ihre Hilfsarbeiter. Gedroschen wird

gleichfalls mit Maschinen, welche vielmal mehr zu leisten vermögen als die Handdrescher mit dem Flegel. Wenn auch manche dieser maschinellen Einrichtungen vorerst nur für Großbetriebe eine Bedeutung haben, so finden wir doch andererseits kaum noch eine kleinbäuerliche Wirtschaft, in welcher nicht irgend welche modernen landwirtschaftlichen Maschinen in Betrieb sind, und die Technik ist immerfort bemüht, die Maschinen so herzustellen, daß sie auch in den Kleinbetrieben praktische Verwendung finden können. Wissenschaftlichen Rat gewähren dem Landmann die landwirtschaftlichen Versuchsstationen und neuerdings auch die Pflanzenschutzstationen, welche vor kurzer Zeit in Deutschland an mehreren Stellen eingerichtet worden sind. Während die ersteren sich mit der Kontrolle der vom Landwirt angekauften Sämereien und künstlichen Düngemittel, mit der chemischen Untersuchung des Ackerbodens und mit der Prüfung neu eingeführter Futtermittel und ähnlichen chemisch-physiologischen Forschungen beschäftigen, sind die letzteren dazu bestimmt, den Landmann die hauptsächlichsten Feinde der Kulturpflanzen kennen zu lehren und ihm die Mittel zur Bekämpfung derselben an die Hand zu geben.

Die Schädigung, welche der Getreidebau alljährlich durch tierische und pflanzliche Feinde erleidet, erreicht sehr hohe Werte, und wenn es gelänge, diese Feinde auch nur teilweise unschädlich zu machen, so wäre damit der Landwirtschaft ein ungeheurer Dienst geleistet. Um einen Feind bekämpfen zu können, ist es aber nötig, ihn genau zu kennen, und wenn auch die Wissenschaft bisher noch kein Universalmittel gegen die Feinde des Getreidebaues gefunden hat, ist sie doch imstande, Aufklärung über das Wesen derselben zu geben und in mehr als einem Falle auf die Vorbeugungsmittel hinzuweisen. Die Lehre von den Pflanzenkrankheiten hat dadurch eine weittragende Bedeutung erlangt, und ich kann meine Ausführungen nicht schließen, ohne Sie noch in Kürze auf dieses Gebiet zu führen und Sie mit den wichtigsten Krankheiten unserer Getreidegräser bekannt zu machen.

Erkrankungen der Feldfrüchte können in sehr verschiedener Weise zustande kommen. Frost und Hitze, Hagelschlag und schwerer Regen, zu große Nässe ebenso wie zu große Dürre können die Pflanzen beschädigen und ihren Ertrag mehr oder minder stark beeinträchtigen oder auch gänzlich vernichten. Diese Schädigungen betreffen gewöhnlich das ganze Getreidefeld oder doch einen größeren Teil desselben gleichzeitig. Anders ist das

mit denjenigen Krankheiten, welche durch Schmarotzerpflanzen verursacht werden. Sie treten zuerst bei einzelnen Individuen auf und können sich durch Ansteckung auf weite Strecken hin über die Felder verbreiten. Die Schmarotzerpflanzen, welche als Anlaß für derartige Krankheiten bekannt sind, gehören alle der Gruppe der Pilze an. Die Pilze sind von den übrigen Gewächsen dadurch in sehr merkwürdiger Weise verschieden, daß sie in ihren Zellen keine Chlorophyllkörper haben. Sie können also auch nicht wie die höheren Pflanzen durch Assimilation aus unorganischen Substanzen die organische Materie bilden, aus der ihr Körper aufgebaut ist. Sie sind vielmehr wie die Tiere auf die Aufnahme organischer Stoffe von außen her angewiesen. Sehr viele Pilze gewinnen die nötigen organischen Nährstoffe aus den Zerfallprodukten toter Pflanzen und Tiere. Die meisten größeren Hutpilze, welche als eßbare Schwämme bei uns auf den Markt kommen, begnügen sich mit den organischen Stoffen, welche im Moder des Waldbodens oder in dem humusreichen Grunde der Triften und Weiden vorhanden sind. Auch die Schimmelpilze bewohnen meistens Abfallstoffe, sie befallen aber auch gerne die Nahrungsvorräte in unseren Haushaltungen, Obst und Fruchtkonserven, Brot und Mehlspeisen aller Art, und können uns dadurch unter Umständen Schaden bereiten. Am gefährlichsten sind aber diejenigen Pilze, welche als Schmarotzer andere Pflanzen befallen und ihnen bei lebendigem Leibe Nährstoffe entziehen, wie die Brand- und Rostpilze und das Mutterkorn unserer Getreide.

In Fig. 35 sind Weizen- und Gerstenähren und die Rispe einer Haferpflanze abgebildet, welche allesamt durch Brandpilze erkrankt sind. Die ganzen Fruchtstände sehen aus, als ob sie versengt worden wären. An Stelle der Getreidekörner sind in den Spelzen schwarze Staubmassen eingeschlossen, welche unter dem Mikroskop als ein Pulver von kleinen gleichmäßigen Körnchen erscheinen.

Die Körnchen sind die Fortpflanzungszellen des Pilzes, welche man als Sporen bezeichnet. Sie haben dieselbe Aufgabe zu erfüllen, welche bei den Blütenpflanzen die Samen übernehmen, das heißt, aus ihnen gehen durch Keimung neue Pflanzen der gleichen Art hervor. Wie bei den Pilzen, so finden wir auch bei den Algen und Flechten, den Moosen und Farnen Sporen als Träger der Fortpflanzung, und man hat deshalb auch alle



a b c d

Fig. 35. Brandkrankheit der Getreidegräser.

a Flugbrand der Gerste. c Flugbrand des Weizens.
b Steinbrand des Weizens d Flugbrand des Hafers.

diese Pflanzengruppen als Sporenpflanzen den blütentragenden Samenpflanzen gegenübergestellt.

Das schwarze Sporenpulver der meisten Brandpilze wird

im Spätsommer von den Ähren und Rispen aus, in denen es sich entwickelt hat, leicht durch den Wind fortgeführt und weit über die Felder verbreitet. Sie gelangen so auch auf gesunde Getreidekörner und mit ihnen bei der Aussaat im nächsten Jahre wieder auf das bestellte Feld.

Bei der Keimung geht aus der Spore der Brandpilze ein feiner Schlauch hervor, welcher imstande ist, sich in den aus dem Saatkorn erwachsenen Getreidekeimling einzubohren und im Innern desselben fortzuwachsen. Der feine Schlauch verzweigt sich dabei vielfach und durchwuchert alle jugendlichen Teile der Keimpflanze. Besonders lebhaft geht seine Entwicklung in dem Vegetationspunkte des Halmes vor sich. Im gleichen Maße wie dieser sich streckt und nach oben emporwächst, dringt auch das wuchernde Pilzgewebe mit empor. Es gelangt so in die sich bildenden Anlagen der Blüten und zerstört in ihnen den wichtigsten Teil, den Fruchtknoten, indem es das Gewebe desselben schon im jugendlichen Zustande ganz durchwuchert und verdrängt. Einzeln oder zu rundlichen Klumpen vereinigt oder in reihenweiser Anordnung entstehen endlich am Ende kurzer Äste des Pilzgewebes im Innern des zerstörten Fruchtknotens die dunklen Sporen des Pilzes in ungeheurer Menge und erzeugen hervorbrechend die Erscheinung der versengten Ähren.

Man unterscheidet zwei Arten der Brandkrankheit des Getreides, den Steinbrand und den Staubbrand. Der Steinbrand, vom Landmann auch wohl als Schmierbrand oder Stinkbrand bezeichnet, befällt häufig den Weizen. Die vom Pilzgewebe durchwucherten Fruchtknoten wachsen zu beträchtlicher Größe heran und erscheinen äußerlich unverletzt; sie sind kürzer und dicker und etwas dunkler als gesunde Körner. Im Innern findet man beim Zerdrücken eine schwarze, schmierige Sporenmasse, welche nach faulender Heringslake riecht. Die brandigen Ähren unterscheiden sich von den gesunden dadurch, daß sie aufrecht bleiben und durch die infolge der größeren Dicke der Körner abspreizenden Spelzen ein sperriges Aussehen bekommen, wie die Fig. 35 b zeigt. Die brandigen Körner werden mit den gesunden eingeerntet. Beim Dreschen platzen sie und stecken durch ihren Sporeninhalt die gesunden Körner an. Von den übrigen Getreidearten zeigt noch der Roggen die Erscheinung des Steinbrandes. Die Krankheit des Roggens tritt immer nur in ganz vereinzelten Ähren auf und ist überhaupt so selten, daß ihr keine ökonomische Bedeutung

zukommt. Dagegen zeigt der Staubbrand bei den meisten Getreidearten eine weite Verbreitung. Am häufigsten und stärksten wird der Hafer vom Staubbrand heimgesucht, aber auch Weizen und Gerste haben nicht selten unter dieser Krankheit zu leiden. In der äußeren Erscheinung weicht der Staubbrand von dem Steinbrand hauptsächlich dadurch ab, daß hier der Fruchtknoten des Getreides auch äußerlich zerstört wird, so daß also die Sporenmassen des Pilzes völlig frei liegen und sich dem Winde zur Verstäubung darbieten. Das Aussehen der brandigen Ähren und Rispen zeigen uns die Abbildungen a, c und d der Fig. 35.

Die in den Getreideähren gebildeten Brandsporen, welche mit dem Saatgut ruhen, werden erst bei der Aussaat gefährlich, indem die aus ihnen entstehenden Pilzfäden in die junge Keimpflanze eindringen. Daraus ergibt sich ein Anhaltspunkt für die Bekämpfung der Krankheit. Wenn es gelingt, die Pilzsporen, welche den gesunden Getreidekörnern der Aussaat anhaften, zu töten, ohne daß wir den Saatkörnern selber schaden, so ist die Ansteckungsgefahr für die Keimpflanzen beseitigt. Man weicht, um diesen Zweck zu erreichen, die zur Aussaat bestimmten Körner einen halben Tag lang in eine halbprozentige Lösung von Kupfervitriol ein und trocknet sie darauf möglichst schnell, indem man sie flach ausbreitet und ab und an umschüttet. Verletzte Getreidekörner büßen in der giftigen Beize ihre Keimfähigkeit ein, und man muß deshalb die Menge des Saatgutes etwas größer nehmen. Der Vorteil, welcher durch das Beizen erzielt wird, ist aber erfahrungsgemäß so bedeutend, daß der geringe Verlust für den Landmann nicht in Frage kommt. Ein absolut sicheres Mittel gegen den Brand ist aber das Beizen der Saat dennoch nicht. In neuester Zeit hat man nämlich die Entdeckung gemacht, daß die Brandsporen auch im Sommer keimen und Pilzfäden in die Blüten der Getreidepflanzen entsenden können, die in den Fruchtknoten eindringen und in dem reifenden Korn erhalten bleiben. Diese im Innern des Korns lebenden Pilzfäden werden durch das Beizen des Saatgutes nicht zerstört und erzeugen dann an den Keimpflanzen brandige Ähren.

Noch gefährlicher als die Brandkrankheit, deren Bekämpfung in der angegebenen Weise verhältnismäßig leicht gelingt, ist der Getreiderost, welcher alle vier Getreidearten befällt und den Körner- und Strohertrag ganzer Felder auf das stärkste zu beeinträchtigen vermag. Die Pilze, welche die

Rostkrankheit verursachen, durchlaufen einen sehr merkwürdigen Entwicklungsgang. Ich will versuchen, Ihnen den Lebenslauf eines Rostpilzes an der Hand einiger Abbildungen anschaulich zu schildern. Im Frühling treten an den jungen Blättern der Berberitzensträucher, die ja bei uns an Hecken und in Anlagen häufig zu finden sind, gelbe Flecke auf, welche gewöhnlich an der Blattunterseite polsterförmig über die übrige Blattfläche hervorragen. Das sind die Stellen, an denen sich ein gefährlicher Schmarotzerpilz in den Blättern eingenistet hat. Mit Hilfe einer Lupe erkennt man, daß diese gelben Flecke zahlreiche punktkleine, offene, urnen- oder becherförmige Vertiefungen tragen, deren Innenraum lebhaft orangerot gefärbt erscheint. Die Fig. 36 a stellt ein Berberitzenblatt mit zwei Pilzflecken in natürlicher Größe dar. Machen wir uns einen Querschnitt durch die Stelle des Berberitzenblattes, welche die becherförmigen Vertiefungen trägt, und untersuchen wir denselben vermittelst des Mikroskopes, so bekommen wir ein Bild, wie es in der Fig. 37 A wiedergegeben ist. Im Innern der nach der Blattunterseite hin geöffneten Becher liegen in Reihen dichtgedrängt zahlreiche rundlicheckige Zellen, die äußersten derselben lösen sich leicht aus dem Verbande und fallen heraus. Das weitere Verhalten dieser sich isolierenden Zellen gibt uns das Recht, dieselben als Sporen zu bezeichnen, wir wollen sie die Bechersporen des Pilzes nennen. Die Sporen fallen bei der Reife aus den nach unten geöffneten Bechern von selber heraus. Manche von ihnen mögen auf den bloßen Erdboden fallen und dort zugrunde gehen, andere haften an den Blättern von Kräutern und Sträuchern, welche durch ihren Bau vor Beschädigungen durch den Pilz geschützt sind. Auch sie gehen für die Fortpflanzung des Pilzes verloren. Aber einige von den Tausenden und aber Tausenden der staubfeinen Sporenzellen gelangen wohl auch auf ein Blatt der an Hecken so häufig gedeihenden Ackerquecke oder auf das ebenfalls überall häufige

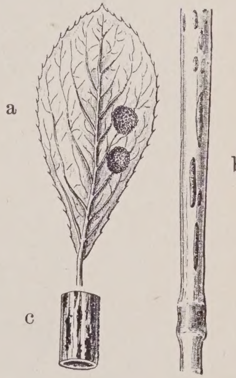


Fig. 36. Der Getreiderost. (Natürliche Größe.)
a Bechersporenlager auf einem Berberitzenblatt.
b Sommersporenlager an einem Weizenblatt.
c Wintersporenlager am Roggen.

Knäuelgras oder direkt auf ein Blatt eines Getreidehalmes. An diesen Stellen finden die Becherſporen die günſtigen Bedingungen für ihre weitere Entwicklung. Sie keimen, der zarte Faden, welcher aus der Spore hervorwächſt, dringt in das Gras- oder Getreideblatt ein und erzeugt in demſelben ein Pilzgewebe, welches nach einiger Zeit anfängt, Sporen zu bilden. Die Sporen entſtehen hier aber nicht wie beim

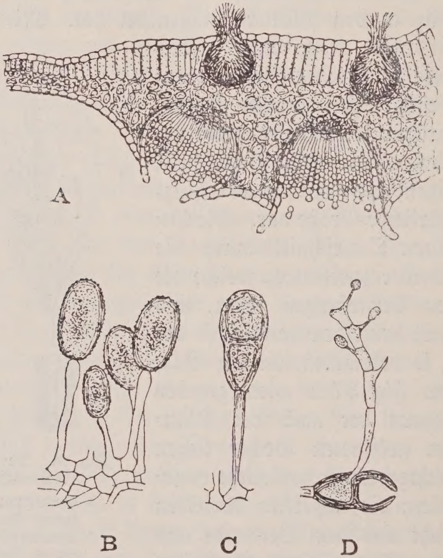


Fig. 37. Sporenlager und Sporen des Getreideroſtes in ſtarker Vergrößerung.

A Querſchnitt des Berberitzenblattes mit Becherſporenlager. B einige Sommerſporen. C Winterſpore. D gekeimte Winterſpore.

Berberitzenblatt in Reihen in einem Becher, ſondern ſie bilden ſich einzeln auf kurzen Stielchen unterhalb der Oberhaut des Blattes. Wir haben alſo eine zweite Sporenform des Pilzes vor uns, die wir als Sommerſporen bezeichnen können. Die Fig. 37 B zeigt einige Sommerſporen auf ihren Stielzellen bei ſtarker Vergrößerung. Indem das Sporenlager unter der Oberhaut des Getreideblattes ſich mehr und mehr vergrößert,

wird endlich die Oberhaut gesprengt und die Sporen liegen als rostfarbene Schwielen frei zutage. In Fig. 36 b ist eine mit zahlreichen Rostschwielen bedeckte Blattscheide des Weizens gezeichnet. Die Sommersporen, welche in diesen Sporenlagern entstehen, werden leicht von Halm zu Halm oder durch den Wind auf weitere Strecken fortgeführt; sie keimen sofort und vermögen in sechs bis zehn Tagen auf jedem Getreideblatt oder Halm eine ähnliche Pilzwucherung mit einem Lager von Sommersporen hervorzurufen. Wenn die äußeren Umstände günstig sind, wenn Tau oder Regen die Blattflächen feucht hält, wenn Luftwärme die Keimung beschleunigt, so kann sich die Krankheit in wenigen Tagen durch Ansteckung über die Felder verbreiten. Die Schädigung, welche das Getreide durch den Pilz erleidet, ist um so bedeutender, je frühzeitiger die Pflanze befallen wird. Wenn der Pilz in großer Ausdehnung an den Pflanzen auftritt, wenn selbst die Spelzen der Ährchen Rostschwielen tragen, so ist ein völliges Fehlschlagen der Ernte die Regel. An denselben vom Pilz befallenen Stellen der Getreideblätter, aus denen sich das Lager der Sommersporen entwickelte, tritt gegen das Ende des Sommers hin eine neue Sporenbildung ein, welche äußerlich dadurch wahrnehmbar wird, daß die anfangs rostroten Pilzschwielen dunkler und endlich ganz schwarz werden. (Fig. 36 c.) Unter dem Mikroskop erklärt sich dieser Farbenwechsel daraus, daß an die Stelle der rostgelben Sommersporen die dunkelbraunen Wintersporen getreten sind, welche, wie Fig. 37 C zeigt, semmelförmig aus zwei Zellen zusammengesetzt sind. Die Wintersporen bleiben zum Teil mit der Stoppel auf dem Felde, zum Teil werden sie mit dem Stroh eingeheimst und gelangen mit dem Dünger später wieder auf das Feld. Sie machen in jedem Falle eine Ruheperiode durch und keimen erst im nächsten Frühling. Der Keimfaden, den sie aus jeder ihrer beiden Zellen bilden können, ist nur kurz. (Fig. 37 D.) Er trägt kleine Seitenäste, welche an der Spitze eine eiförmige Anschwellung zeigen. Diese eiförmigen Körperchen sind wiederum eine neue Sporenform. Sie übertragen den Pilz aufs neue auf die Blätter der Berberitze. Der Pilz macht also jedes Jahr einen seltsamen Kreislauf durch. Er beginnt auf der Berberitze, geht auf das Getreide über und kehrt zur Berberitze zurück. Ein anderer Rostpilz, der ebenfalls alle Getreidearten bewohnen kann, wechselt

in ähnlicher Weise alljährlich sein Quartier zwischen gewissen rauhhaarigen Ackerunkräutern, z. B. Ochsenzunge, Ackerkrummhals, Beinwurz u. a. m. und dem Getreide. Der Kronenrost des Hafers bildet seine Bechersporen auf den Blättern und jungen Trieben des Kreuzdorns, während die Entwicklungsstufe des Pilzes, welche Sommer- und Wintersporen hervorbringt, dem Hafer oft bedeutenden Schaden zufügt.

Als wichtigste Maßnahme zur Bekämpfung der Rostkrankheit des Getreides ergibt sich die Ausrottung der als Zwischenwirte dienenden Pflanzen, der Berberitze, des Kreuzdorns, der Ochsenzunge und ihrer Verwandten. Außerdem hat man die Erfahrung gemacht, daß gewisse Spielarten der Getreide weniger empfänglich für die Ansteckung sind als andere. Man wird also auf einem Felde, das in Rostgefahr steht, durch vorsichtige Auswahl des Saatgutes der Erkrankung nach Möglichkeit vorbeugen. Da die Ansteckungsgefahr für die Pflanzen am größten ist, solange sie noch in der Entwicklung stehen, so können alle Umstände, welche die Entwicklung verlangsamen, vor allem klimatische Verhältnisse, unter Umständen auch die Art der Feldbestellung und die Düngung der Entwicklung und Verbreitung der Rostpilze Vorschub leisten. Daran mag es liegen, daß oft zwei nebeneinander liegende Getreidefelder ungleich stark vom Rost befallen werden. Indessen birgt das Wesen der Rostkrankheit und ihrer Verbreitung noch mancherlei Fragen und Rätsel, deren Lösung die Landwirtschaft von den staatlichen Pflanzenschutzstationen erwarten darf.

Verhältnismäßig häufig tritt neben den Brand- und Rostkrankheiten an den Roggenpflanzen noch eine dritte Pilzkrankheit auf, welche man als Mutterkorn zu bezeichnen pflegt. Diese Krankheit befällt in der Regel nur einzelne Blüten in der Roggenähre, und zwar ist es wiederum wie bei den Brandpilzen der Fruchtknoten, welcher durch den Pilz vernichtet wird. An Stelle des reifen Kornes finden wir nämlich in der Ähre einen großen, schwärzlichen, hornartigen Körper, welcher ganz aus Pilzgewebe besteht. Die Abbildung A der Fig. 38 zeigt eine reife Roggenähre, an welcher links unten ein Mutterkorn sich gebildet hat. Der Pilzkörper besitzt giftige Eigenschaften. Wenn das Mutterkorn mit dem gesunden Korn in die Mühle gelangt und mit vermahlen wird, so überträgt es seine giftigen Eigenschaften dem Mehl und macht dasselbe ungeeignet zur menschlichen Nahrung.

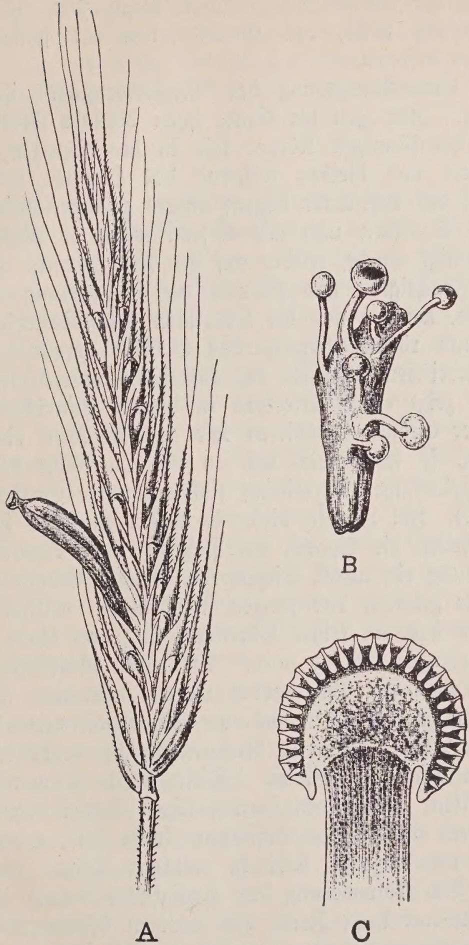


Fig. 38. Das Mutterkorn.
A Roggenähre mit einem Mutterkorn.
B Mutterkorn mit gestielten Fruchtträgern (doppelte Größe).
C Längshalbierter Fruchtträger (vergrößert).

Man muß sich auch hüten, Korn, welches in beträchtlicher Menge Mutterkorn enthält, an das Vieh zu verfüttern. Da das Mutter=

korn viel größer ist als das normale Roggenkorn, so gelingt es verhältnismäßig leicht, das Getreide von der schädlichen Beimischung zu befreien.

Der Entwicklungsgang des Mutterkornpilzes ist ein sehr eigenartiger. Zur Zeit der Ernte sitzen die als Mutterkorn bezeichneten hornförmigen Körper lose in den Spelzen, sie fallen leicht heraus und bleiben während des Herbstes und Winters monatelang auf dem Acker liegen; andere gelangen beim Dreschen unter das Saatkorn und mit diesem, wenn es nicht sorgfältig genug gereinigt wurde, wieder auf das Feld zurück. Sobald im Frühjahr Feuchtigkeit und Wärme der Entwicklung des Pilzes günstig sind, wachsen aus der Oberfläche des Mutterkorns kleine gelbliche und rötliche hutpilzartige Gebilde hervor, welche auf einem zylindrischen Stiel ein fast kugeliges Köpfchen tragen. Die Fig. 38 B zeigt ein Mutterkorn in diesem Entwicklungsstadium in doppelter Größe. Halbieren wir das Köpfchen einer solchen Neubildung, so sehen wir, daß an der Oberfläche desselben in ziemlich regelmäßiger Verteilung flaschenförmige Grübchen liegen. (Fig. 38 C.) Im Innern dieser Grübchen entstehen in schlauchförmigen Zellen die Sporen des Pilzes. Diese Sporen erzeugen durch Keimung ein neues Pilzgewebe, welches, sobald es in eine Roggenblüte gelangt, den jungen Fruchtknoten vollständig durchwuchert und auch an seiner Oberfläche in Form eines spinnwebartigen Überzuges sichtbar wird. An diesen oberflächlich hervortretenden Teilen des Pilzgewebes werden wiederum Sporen gebildet, welche zugleich mit einer vom Pilz abgesonderten Flüssigkeit als klebrige Tropfen aus der Roggenblüte hervorquellen und den sogenannten Honigtau bilden. Diese zweite Sporenform wird durch Insekten, welche den sporenhaltigen Schleimtropfen wegen des süßlichen Geschmackes aufsuchen, leicht auf andere Blüten übertragen und erzeugt dort in wenigen Tagen dieselbe Erkrankung. Die Absonderung des Honigtaues dauert in der einzelnen Blüte nur kurze Zeit. In wenigen Wochen wächst dann der Pilz, indem er aus dem Getreidehalm Nährstoffe an sich reißt, zu dem Mutterkorn heran.

Aus der Kenntnis des Entwicklungsganges ergeben sich auch bei dem Mutterkornpilz die Mittel zur Bekämpfung. Frühzeitige Ernte verhindert das Ausfallen des Mutterkorns. Durch sorgfältige Reinigung des Saatkorns und Vernichtung der ausgesiebten Mutterkörner wird eine Neuinfektion des Feldes ver-

mieden. Da auch einige wildwachsende Gräser am Mutterkorn erkranken, so ist es nötig, das Gras an den Grabenrändern und an den Wegen in der Nähe der Roggenfelder vor der Honigtaubildung abzumähen, damit nicht von dort aus eine Ansteckung des Kornfeldes erfolgt.

Ich muß darauf verzichten, Ihnen neben den angeführten wichtigsten und schädlichsten Krankheiten unserer Getreidegräser auch die große Zahl der seltenen und minder schädlichen vorzuführen, auch auf die tierischen Parasiten der Getreidepflanzen einzugehen, erlaubt mir die Zeit nicht mehr. Nur das möchte ich noch erwähnen, daß die Zahl der Schädlinge gerade bei den Getreidepflanzen besonders groß ist. So sind allein am Weizen 35 verschiedene Schmarotzerpilze beobachtet worden, für den Roggen sind gar 49 Pilzparasiten bekannt; das ist mehr als bei irgend einem wildwachsenden Grase. Angesichts dieser Tatsache können wir uns des Gedankens nicht erwehren, daß die Getreidepflanzen in der Kultur nicht bloß eine Vermehrung und Vergrößerung ihrer nutzbringenden Eigenschaften, der Körnerschwere und des Mehlreichtums erfahren haben, sondern daß auch weniger günstige Eigentümlichkeiten durch die Kultur erzeugt worden sind, vor allen Dingen eine geringere Widerstandsfähigkeit gegen die Schädlinge aus dem Pflanzen- und Tierreich.

Man kann überhaupt über die Veränderungen, welche die Getreidepflanzen in der Kultur erfahren haben, verschiedener Meinung sein. Dem Landmann, dem Getreidehändler erscheinen die dicken schweren Körner schön und vortrefflich; der Ästhetiker denkt vielleicht schon anders, und wenn wir uns auf den Standpunkt eines Naturphilosophen stellen, so erscheint uns die Kultur als ein den Pflanzen aufgezwungener Zustand, die dicken schweren Getreidekörner sind Entstellungen und Entartungen der natürlichen Formen. Dasselbe gilt dann auch für alle anderen Kulturpflanzen, für Obst, Gemüse und Zierblumen. Im Hinblick auf sie sagt Unger: Unsere Gärten sind keineswegs Veredelungsanstalten des Pflanzengenius, sondern vielmehr Versorgungsanstalten von Kretins, Trotteln, Fexen — Bildungsanstalten von Knirpsen, Dickbäuchen, Klumpfüßen, von aufgedunsenen Flitternarren, chlorotischen Mißgeburten, kurz von den erbärmlichsten vegetabilischen Strolchen.

Nun, ich denke, es steht diesem Zitat an der Stirn geschrieben, daß es nicht ernsthaft gemeint sein kann. Was die Menschheit seit den Jahrtausenden, durch welche Getreidebau getrieben wurde, in der Pflanzenkultur erreicht hat, das ist mit den Mitteln erreicht worden, welche die Natur selbst zur Verfügung stellt; wir brauchen uns des Erfolges nicht zu schämen. Alle Nachteile, die durch die Kultur an den Pflanzen entstanden sein könnten, werden mehr als aufgewogen dadurch, daß in dem Entwicklungsgange der Völker die Pflege der Kulturpflanzen, der Feld- und Gartenbau ein mächtiges Bildungsmittel für den Menschen selber gewesen ist. Und mit die ersten Pflanzengestalten, welche wir uns in der Umgebung des Menschen zu denken haben, als er aus roher Halbwildheit zu höherer Kultur sich emporschwang, sind die Getreidegräser, unsere wichtigsten Kulturpflanzen

Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Geheftet Mk. 1.—	in Bändchen von 130–160 Seiten. Jedes Bändchen ist in sich abgeschlossen und einzeln käuflich.	Gebunden Mk. 1.25.

In erschöpfender und allgemein-verständlicher Behandlung werden in abgeschlossenen Bänden auf wissenschaftlicher Grundlage ruhende Darstellungen wichtiger Gebiete in planvoller Beschränkung aus allen Zweigen des Wissens geboten, die von allgemeinem Interesse sind und dauernden Nutzen gewähren.

Aberglaube s. Medizin.

Abstammungslehre. Abstammungslehre und Darwinismus. Von Professor Dr. R. Hesse. 2. Auflage. Mit 37 Figuren im Text.

Die Darstellung der großen Errungenschaft der biologischen Forschung des vorigen Jahrhunderts, der Abstammungslehre, erörtert die zwei Fragen: „Was nötigt uns zur Annahme der Abstammungslehre?“ und — die viel schwierigere — „wie geschah die Umwandlung der Tier- und Pflanzenarten, welche die Abstammungslehre fordert?“ oder: „wie wird die Abstammung erklärt?“

Alkoholismus. Der Alkoholismus, seine Wirkungen und seine Bekämpfung. Herausgegeben vom Zentralverband zur Bekämpfung des Alkoholismus. 2 Bändchen.

Die beiden Bändchen sind ein kleines wissenschaftliches Kompendium der Alkoholfrage, verfaßt von den besten Kennern der mit ihr verbundenen sozial-hygienischen und sozial-ethischen Probleme. Sie enthalten eine Fülle von Material in übersichtlicher und schöner Darstellung und sind unentbehrlich für alle, denen die Bekämpfung des Alkoholismus als eine der wichtigsten und bedeutungsvollsten Aufgaben ernster, sittlicher und sozialer Kulturarbeit am Herzen liegt.

Ameisen. Die Ameisen. Von Dr. Friedrich Knauer. Mit 61 Figuren im Text.

Faßt die Ergebnisse der so interessanten Forschungen über das Tun und Treiben einheimischer und exotischer Ameisen, über die Vielgestaltigkeit der Formen im Ameisenstaate, über die Bautätigkeit, Brutpflege und ganze Ökonomie der Ameisen, über ihr Zusammenleben mit anderen Tieren und mit Pflanzen, über die Sinnestätigkeit der Ameisen und über andere interessante Details aus dem Ameisenleben zusammen.

Anthropologie s. Mensch.

Arbeiterschutz. Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung. Von Professor Dr. O. v. Zwiedineck-Südenhorst.

Das Buch bietet eine gedrängte Darstellung des gemeiniglich unter dem Titel „Arbeiterfrage“ behandelten Stoffes; insbesondere treten die Fragen der Notwendigkeit, Zweckmäßigkeit und der ökonomischen Begrenzung der einzelnen Schutzmaßnahmen und Versicherungseinrichtungen in den Vordergrund.

Astronomie (s. a. Kalender; Mond; Weltall). Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit. Von Professor Dr. S. Oppenheim. Mit 24 Abbildungen im Text.

Schildert den Kampf der beiden hauptsächlichsten „Weltbilder", des die Erde und des die Sonne als Mittelpunkt betrachtenden, der einen bedeutungsvollen Abschnitt in der Kulturgeschichte der Menschheit bildet, wie er schon im Altertum bei den Griechen entstanden ist, anderthalb Jahrtausende später zu Beginn der Neuzeit durch Kopernikus von neuem aufgenommen wurde und da erst mit einem Siege des heliozentrischen Systems schloß.

Atome s. Moleküle.

Baukunst. Deutsche Baukunst im Mittelalter. Von Professor Dr. A. Matthaei. 2. Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen im Text.

Der Verfasser will mit der Darstellung der Entwicklung der deutschen Baukunst des Mittelalters zugleich über das Wesen der Baulunst als Kunst aufklären, indem er zeigt, wie sich im Verlauf der Entwicklung die Raumvorstellung klärt und vertieft, wie das technische Können wächst und die praktischen Aufgaben sich erweitern, wie die romanische Kunst geschaffen und zur Gotik weiter entwickelt wird.

Beethoven s. Musik.

Befruchtungsvorgang. Der Befruchtungsvorgang, sein Wesen und seine Bedeutung. Von Dr. Ernst Teichmann. Mit 7 Abbildungen im Text und 4 Doppeltafeln.

Will die Ergebnisse der modernen Forschung, die sich mit dem Befruchtungsproblem befaßt, darstellen. Ei und Samen, ihre Genese, ihre Reifung und ihre Vereinigung werden behandelt, im Chromatin die materielle Grundlage der Vererbung aufgezeigt und als die Bedeutung des Befruchtungsvorgangs eine Mischung der Qualitäten zweier Individuen.

Beleuchtungsarten. Die Beleuchtungsarten der Gegenwart. Von Dr. phil. Wilhelm Brüsch. Mit 155 Abbildungen im Text.

Gibt einen Überblick über ein gewaltiges Arbeitsfeld deutscher Technik und Wissenschaft, indem die technischen und wissenschaftlichen Bedingungen für die Herstellung einer wirtschaftlichen Lichtquelle und die Methoden für die Beurteilung ihres wirklichen Wertes für den Verbraucher, die einzelnen Beleuchtungsarten sowohl hinsichtlich ihrer physikalischen und chemischen Grundlagen als auch ihrer Technik und Herstellung behandelt werden.

Bevölkerungslehre. Von Professor Dr. M. Haushofer.

Will in gedrängter Form das Wesentliche der Bevölkerungslehre geben über Ermittlung der Volkszahl, über Gliederung und Bewegung der Bevölkerung, Verhältnis der Bevölkerung zum bewohnten Boden und die Ziele der Bevölkerungspolitik.

Bibel s. Jesus; Religionsgeschichte. — **Biologie** s. Abstammungslehre; Ameisen; Befruchtungsvorgang; Meeresforschung; Tierleben. — **Botanik** s. Obstbau; Pflanzen. — **Buchwesen** s. Illustrationskunst; Schriftwesen.

Bildungswesen (s. a. Schulwesen). Das deutsche Bildungswesen in seiner geschichtlichen Entwickelung. Von Professor Dr. Friedrich Paulsen.

Auf beschränktem Raum löst der Verfasser die schwierige Aufgabe, indem er das Bildungswesen stets im Rahmen der allgemeinen Kulturbewegung darstellt, so daß die gesamte Kulturentwicklung unseres Volkes in der Darstellung seines Bildungswesens wie in einem verkleinerten Spiegelbild zur Erscheinung kommt. So wird aus dem Büchlein nicht nur für die Erkenntnis der Vergangenheit, sondern auch für die Forderungen der Zukunft reiche Frucht erwachsen.

Biologie siehe Pflanzen.

Buddha. Leben und Lehre des Buddha. Von Professor Dr. Richard Pischel.

Gibt nach einer Übersicht über die Zustände Indiens zur Zeit des Buddha eine Darstellung des Lebens des Buddha, seiner Stellung zu Staat und Kirche, seiner Lehrweise, sowie seiner Lehre, seiner Ethik und der weiteren Entwicklung des Buddhismus.

Chemie siehe auch Luft; Metalle.

Chemie in Küche und Haus. Von Professor Dr. G. Abel. Mit Abbildungen im Text und einer mehrfarbigen Doppeltafel.

Das Bändchen will Gelegenheit bieten, die in Küche und Haus täglich sich vollziehenden chemischen und physikalischen Prozesse richtig zu beobachten und nutzbringend zu verwerten. So wird Heizung und Beleuchtung, vor allem aber die Ernährung erörtert, werden tierische und pflanzliche Nahrungsmittel, Genußmittel und Getränke behandelt.

Christentum (s. auch Jesus). Aus der Werdezeit des Christentums. Studien und Charakteristiken. Von Professor Dr. J. Geffcken.

Gibt durch eine Reihe von Bildern eine Vorstellung von der Stimmung im alten Christentum und von seiner inneren Kraft und verschafft so ein Verständnis für die ungeheure und vielseitige welthistorische kultur- und religionsgeschichtliche Bewegung.

Dampf(maschine). Dampf und Dampfmaschine. Von Professor Dr. R. Vater. Mit 44 Abbildungen.

Schildert die inneren Vorgänge im Dampfkessel und namentlich im Zylinder der Dampfmaschine, um so ein richtiges Verständnis des Wesens der Dampfmaschine und der in der Dampfmaschine sich abspielenden Vorgänge zu ermöglichen.

Darwinismus s. Abstammungslehre.

Drama (s. a. Theater). Das deutsche Drama des neunzehnten Jahrhunderts. In seiner Entwicklung dargestellt von Professor Dr. G. Witkowski. Mit einem Bildnis Hebbels.

Sucht in erster Linie auf historischem Wege das Verständnis des Dramas der Gegenwart anzubahnen und berücksichtigt die drei Faktoren, deren jeweilige Beschaffenheit die Gestaltung des Dramas bedingt: Kunstanschauung, Schauspielkunst und Publikum.

Dürer. Albrecht Dürer. Von Dr. Rudolf Wustmann. Mit 33 Abbildungen im Text.

Eine schlichte und knappe Erzählung des gewaltigen menschlichen und künstlerischen Entwicklungsganges Albrecht Dürers und eine Darstellung seiner Kunst, in der nacheinander seine Selbst- und Angehörigenbildnisse, die Zeichnungen zur Apokalypse, die Darstellungen von Mann und Weib, das Marienleben, die Stiftungsgemälde, die Radierungen von Rittertum, Trauer und Heiligkeit sowie die wichtigsten Werke aus der Zeit der Reife behandelt werden.

Ehe und Eherecht. Von Professor Dr. Ludwig Wahrmund.

Schildert in gedrängter Fassung die historische Entwicklung des Ehebegriffes von den orientalischen und klassischen Völkern an nach seiner natürlichen, sittlichen und rechtlichen Seite und untersucht das Verhältnis von Staat und Kirche auf dem Gebiete des Eherechtes, behandelt darüber hinaus aber auch alle jene Fragen über die rechtliche Stellung der Frau und besonders der Mutter, die immer lebhafter die öffentliche Meinung beschäftigen.

Eisenbahnen (s. a. Technik; Verkehrsentwicklung). Die Eisenbahnen, ihre Entstehung und gegenwärtige Verbreitung. Von Professor Dr. F. Hahn. Mit zahlreichen Abbildungen im Text und einer Doppeltafel.

Nach einem Rückblick auf die frühesten Zeiten des Eisenbahnbaues führt der Verfasser die Eisenbahn im allgemeinen nach ihren Hauptmerkmalen vor. Der Bau des Bahnkörpers, der Tunnel, die großen Brückenbauten, sowie der Betrieb selbst werden besprochen, schließlich ein Überblick über die geographische Verbreitung der Eisenbahnen gegeben.

Eisenhüttenwesen. Das Eisenhüttenwesen. Erläutert in acht Vorträgen von Geh. Bergrat Professor Dr. H. Wedding. 2. Auflage. Mit 12 Figuren im Text.

Schildert in gemeinfaßlicher Weise, wie Eisen, das unentbehrlichste Metall, erzeugt und in seine Gebrauchsformen gebracht wird. Besonders wird der Hochofenprozeß nach seinen chemischen, physikalischen und geologischen Grundlagen geschildert, die Erzeugung der verschiedenen Eisenarten und die dabei in Betracht kommenden Prozesse erörtert.

Entdeckungen. Das Zeitalter der Entdeckungen. Von Professor Dr. S. Günther. 2. Auflage. Mit einer Weltkarte.

Mit lebendiger Darstellungsweise sind hier die großen weltbewegenden Ereignisse der geographischen Renaissancezeit ansprechend geschildert, von der Begründung der portugiesischen Kolonialherrschaft und den Fahrten des Columbus an bis zu dem Hervortreten der französischen, britischen und holländischen Seefahrer.

Erde (s. a. Mensch und Erde). Aus der Vorzeit der Erde. Vorträge über allgemeine Geologie. Von Professor Dr. Fr. Frech. Mit 49 Abbildungen im Text und auf 5 Doppeltafeln.

Erörtert die interessantesten und praktisch wichtigsten Probleme der Geologie: die Tätigkeit der Vulkane, das Klima der Vorzeit, Gebirgsbildung, Korallenriffe, Talbildung und Erosion, Wildbäche und Wildbachverbauung.

Ernährung (s. a. Alkoholismus, Chemie). Ernährung und Volksnahrungsmittel. Sechs Vorträge von weil. Professor Dr. Johannes Frentzel. Mit 6 Abbildungen im Text und 2 Tafeln.

Gibt einen Überblick über die gesamte Ernährungslehre. Durch Erörterung der grundlegenden Begriffe werden die Zubereitung der Nahrung und der Verdauungsapparat besprochen und endlich die Herstellung der einzelnen Nahrungsmittel, insbesondere auch der Konserven behandelt.

Farben s. Licht.

Frauenbewegung. Die moderne Frauenbewegung. Von Dr. Käthe Schirmacher.

Gibt einen Überblick über die Haupttatsachen der modernen Frauenbewegung in allen Ländern und schildert eingehend die Bestrebungen der modernen Frau auf dem Gebiet der Bildung, der Arbeit, der Sittlichkeit, der Soziologie und Politik.

——— Die Frauenarbeit, ein Problem des Kapitalismus. Von Privatdozent Dr. Robert Wilbrandt.

Das Thema wird als ein brennendes Problem behandelt, das uns durch den Kapitalismus aufgegeben worden ist, und behandelt von dem Verhältnis von Beruf und Mutterschaft aus, als dem zentralen Problem der ganzen Frage, die Ursachen der niedrigen Bezahlung der weiblichen Arbeit, die daraus entstehenden Schwierigkeiten in der Konkurrenz der Frauen mit den Männern, den Gegensatz von Arbeiterinnenschutz und Befreiung der weiblichen Arbeit.

Frauenleben. Deutsches Frauenleben im Wandel der Jahrhunderte. Von Direktor Dr. Ed. Otto. Mit zahlreichen Abbildungen.

Gibt ein Bild des deutschen Frauenlebens von der Urzeit bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts, von Denken und Fühlen, Stellung und Wirksamkeit der deutschen Frau, wie sie sich im Wandel der Jahrhunderte darstellen.

Friedrich Fröbel. Sein Leben und sein Wirken. Von Adele v. Portugall.

Lehrt die grundlegenden Gedanken der Methode Fröbels kennen und gibt einen Überblick seiner wichtigsten Schriften mit Betonung aller jener Kernaussprüche, die treuen und oft ratlosen Müttern als Wegweiser in Ausübung ihres hehrsten und heiligsten Berufes dienen können.

Fürstentum. Deutsches Fürstentum und deutsches Verfassungswesen. Von Professor Dr. E. Hubrich.

Der Verfasser zeigt in großen Umrissen den Weg, auf dem deutsches Fürstentum und deutsche Volksfreiheit zu dem in der Gegenwart geltenden wechselseitigen Ausgleich gelangt sind, unter besonderer Berücksichtigung der preußischen Verfassungsverhältnisse.

Geographie s. Entdeckungen; Japan; Kolonien; Mensch; Palästina; Polarforschung; Volksstämme; Wirtschaftsleben.

Geologie s. Erde.

Germanen. Germanische Kultur in der Urzeit. Von Dr. G. Steinhausen. Mit 17 Abbildungen.

Das Büchlein beruht auf eingehender Quellenforschung und gibt in fesselnder Darstellung einen Überblick über germanisches Leben von der Urzeit bis zur Berührung der Germanen mit der römischen Kultur.

——— Germanische Mythologie. Von Dr. Julius von Negelein.

Der Verfasser gibt ein Bild germanischen Glaubenslebens, indem er die Äußerungen religiösen Lebens namentlich auch im Kultus und in den Gebräuchen des Aberglaubens aufsucht, sich überall bestrebt, das zugrunde liegende psychologische Motiv zu entdecken, die verwirrende Fülle mythischer Tatsachen und einzelner Namen aber demgegenüber zurücktreten läßt.

Geschichte (s. a. Bildungswesen; Entdeckungen; Frauenleben; Fürstentum; Germanen; Japan; Jesuiten; Kalender; Kriegswesen; Kultur; Kunstgeschichte; Literaturgeschichte; Luther; Münze; Palästina; Rom; Schulwesen; Städtewesen; Volksstämme; Welthandel; Wirtschaftsgeschichte).

——— Restauration und Revolution. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Professor Dr. Richard Schwemer.

——— Die Reaktion und die neue Ära. Skizzen zur Entwickelungsgeschichte der Gegenwart. Von Professor Dr. Richard Schwemer.

——— Vom Bund zum Reich. Neue Skizzen zur Entwickelungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Professor Dr. Richard Schwemer.

Die 3 Bändchen geben zusammen eine in Auffassung und Darstellung durchaus eigenartige Geschichte des deutschen Volkes im 19. Jahrhundert. „Restauration und Revolution" behandelt das Leben und Streben des deutschen Volkes in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, von dem ersten Aufleuchten des Gedankens des nationalen Staates bis zu dem tragischen Sturze in der Mitte des Jahrhunderts. „Die Reaktion und die neue Ära", beginnend mit der Zeit der Ermattung nach dem großen Aufschwung von 1848, stellt in den Mittelpunkt zwei Männer, deren gemeinsames Schaffen der Sehnsucht der Nation endlich neue Bahnen eröffnete: des Prinzen von Preußen und Ottos von Bismarck. „Vom Bund zum Reich" zeigt uns Bismarck mit sicherer Hand die Grundlage des Reiches vorbereitend und dann immer entschiedener allem Geschehenen das Gepräge seines Geistes verleihend.

——— 1848. Sechs Vorträge von Professor Dr. Ottokar Weber.

Bringt auf Grund des überreichen Materials in knapper Form eine Darstellung der wichtigen Ereignisse des Jahres 1848, dieser nahezu über ganz Europa verbreiteten großen Bewegung in ihrer bis zur Gegenwart reichenden Wirkung.

——— Von Luther zu Bismarck. 12 Charakterbilder aus deutscher Geschichte. Von Professor Dr. Ottokar Weber. 2 Bändchen.

Ein knappes und doch eindrucksvolles Bild der nationalen und kulturellen Entwickelung der Neuzeit, das aus den vier Jahrhunderten je drei Persönlichkeiten herausgreift, die bestimmend eingegriffen haben in den Werdegang deutscher Geschichte. Der große Reformator, Regenten großer und kleiner Staaten, Generale, Diplomaten kommen zu Wort. Was Martin Luther einst geträumt: ein nationales deutsches Kaiserreich, unter Bismarck steht es begründet da.

Gesundheitslehre (s. a. Alkoholismus; Ernährung; Heilwissenschaft; Leibesübungen; Mensch; Nervensystem; Schulhygiene; Tuberkulose). Acht Vorträge aus der Gesundheitslehre. Von Professor Dr. H. Buchner. 2. Auflage, besorgt von Professor Dr. M. Gruber. Mit zahlreichen Abbildungen im Text.
Unterrichtet in klarer und überaus fesselnder Darstellung über alle wichtigen Fragen der Hygiene.

Handwerk. Das deutsche Handwerk in seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung. Von Direktor Dr. Ed. Otto. 2. Aufl. Mit 27 Abbildungen auf 8 Tafeln.
Eine Darstellung der historischen Entwicklung und der kulturgeschichtlichen Bedeutung des deutschen Handwerks von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart.

Haus. Das deutsche Haus und sein Hausrat. Von Professor Dr. Rudolf Meringer. Mit 106 Abbildungen, darunter 85 von Professor A. von Schroetter.
Das Buch will das Interesse an dem deutschen Haus, wie es geworden ist, fördern; mit zahlreichen künstlerischen Illustrationen ausgestattet, behandelt es nach dem „Herdhaus“ das oberdeutsche Haus, führt dann anschaulich die Einrichtung der für dieses charakteristischen Stube, den Ofen, den Tisch, das Eßgerät vor und gibt einen Überblick über die Herkunft von Haus und Hausrat.

——— Kulturgeschichte des deutschen Bauernhauses. Von Regierungsbaumeister a. D. Chr. Ranck. Mit zahlreichen Abbildungen.
Der Verfasser führt den Leser in das Haus des germanischen Landwirtes und zeigt dessen Entwicklung, wendet sich dann dem Hause der skandinavischen Bauern zu, um hierauf die Entwicklung des deutschen Bauernhauses während des Mittelalters darzustellen und mit einer Schilderung der heutigen Form des deutschen Bauernhauses zu schließen.

Haydn s. Musik.

Heilwissenschaft (s. a. Gesundheitslehre). Die moderne Heilwissenschaft. Wesen und Grenzen des ärztlichen Wissens. Von Dr. Biernacki. Deutsch von Badearzt Dr. S. Ebel.
Gewährt dem Laien in den Inhalt des ärztlichen Wissens und Könnens von einem allgemeineren Standpunkte aus Einsicht.

Hilfsschulwesen. Vom Hilfsschulwesen. Von Rektor Dr. B. Maennel.
Es wird in kurzen Zügen eine Theorie und Praxis der Hilfsschulpädagogik gegeben. An Hand der vorhandenen Literatur und auf Grund von Erfahrungen wird nicht allein zusammengestellt, was bereits geleistet worden ist, sondern auch hervorgehoben, was noch der Entwicklung und Bearbeitung harrt.

Japan. Die Japaner und ihre wirtschaftliche Entwicklung. Von Professor Dr. K. Rathgen.
Vermag auf Grund eigener langjähriger Erfahrung ein wirkliches Verständnis der merkwürdigen und für uns wirtschaftlich so wichtigen Erscheinung der fabelhaften Entwicklung Japans zu eröffnen.

Jesuiten. Die Jesuiten. Eine historische Skizze von Professor Dr. H. Boehmer-Romundt.
Ein Büchlein nicht für oder gegen, sondern über die Jesuiten, also der Versuch einer gerechten Würdigung des vielgenannten Ordens.

Jesus. Die Gleichnisse Jesu. Zugleich Anleitung zu einem quellenmäßigen Verständnis der Evangelien. Von Lic. Professor Dr. H. Weinel. 2. Auflage.
Will gegenüber kirchlicher und nichtkirchlicher Allegorisierung der Gleichnisse Jesu mit ihrer richtigen, wörtlichen Auffassung bekannt machen und verbindet damit eine Einführung in die Arbeit der modernen Theologie.

Jesus. Jesus und seine Zeitgenossen. Von Pastor K. Bonhoff.

Die ganze Herbheit und köstliche Frische des Volkskindes, die hinreißende Hochherzigkeit und prophetische Überlegenheit des genialen Volksmannes, die reife Weisheit des Jüngerbildners und die religiöse Tiefe und Weite des Evangeliumverkünders von Nazareth wird erst empfunden, wenn man ihn in seinem Verkehr mit den ihn umgebenden Menschengestalten, Volks- und Parteigruppen zu verstehen sucht, wie es dieses Büchlein tun will.

Illustrationskunst. Die deutsche Illustration. Von Professor Dr. Rudolf Kautzsch. Mit 35 Abbildungen.

Behandelt ein besonders wichtiges und besonders lehrreiches Gebiet der Kunst und leistet zugleich, indem es an der Hand der Geschichte das Charakteristische der Illustration als Kunst zu erforschen sucht, ein gut Stück „Kunsterziehung".

Ingenieurtechnik. Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit. Von Bauinspektor Kurt Merckel. Mit 50 Abbildungen im Text und auf Tafeln.

Führt eine Reihe hervorragender und interessanter Ingenieurbauten nach ihrer technischen und wirtschaftlichen Bedeutung vor.

——— Bilder aus der Ingenieurtechnik. Von Bauinspektor Kurt Merckel. Mit 43 Abbildungen im Text und auf einer Doppeltafel.

Zeigt in einer Schilderung der Ingenieurbauten der Babylonier und Assyrer, der Ingenieurtechnik der alten Ägypter unter vergleichsweiser Behandlung der modernen Irrigationsanlagen daselbst, der Schöpfungen der antiken griechischen Ingenieure, des Städtebaues im Altertum und der römischen Wasserleitungsbauten die hohen Leistungen der Völker des Altertums.

Israel s. Religionsgeschichte.

Kalender. Der Kalender. Von Professor Dr. W. F. Wislicenus.

Erklärt die astronomischen Erscheinungen, die für unsere Zeitrechnung von Bedeutung sind, und schildert die historische Entwicklung des Kalenderwesens.

Kolonien. Die deutschen Kolonien. Land und Leute. Von Dr. Adolf Heilborn. Mit zahlreichen Abbildungen.

Bringt auf engem Raume eine durch Abbildungen und Karten unterstützte, wissenschaftlich genaue Schilderung der deutschen Kolonien, sowie eine einwandfreie Darstellung ihrer Völker nach Nahrung und Kleidung, Haus und Gemeindeleben, Sitte und Recht, Glaube und Aberglaube, Arbeit und Vergnügen, Gewerbe und Handel, Waffen und Kampfesweise.

Kriegswesen. Vom Kriegswesen im 19. Jahrhundert. Zwanglose Skizzen von Major O. von Sothen. Mit 9 Übersichtskärtchen.

In einzelnen Abschnitten wird insbesondere die Napoleonische und Moltkesche Kriegführung an Beispielen (Jena-Königgrätz-Sedan) dargestellt und durch Kartenskizzen erläutert.

——— Der Seekrieg. Seine geschichtliche Entwicklung vom Zeitalter der Entdeckungen bis zur Gegenwart. Von Kurt Freiherr von Maltzahn, Vize-Admiral a. D.

Der Verf. bringt den Seekrieg als Kriegsmittel wie als Mittel der Politik zur Darstellung, indem er zunächst die Entwicklung der Kriegsflotte und der Seekriegsmittel schildert und dann die heutigen Weltwirtschaftsstaaten und den Seekrieg behandelt, wobei er besonders das Abhängigkeitsverhältnis, in dem unsere Weltwirtschaftsstaaten kommerziell und politisch zu den Verkehrswegen der See stehen, darstellt.

Kultur (s. a. Geschichte). Die Anfänge der menschlichen Kultur. Von Professor Dr. Ludwig Stein.

Behandelt in der Überzeugung, daß die Kulturprobleme der Gegenwart sich uns nur durch einen tieferen Einblick in ihren Werdegang erschließen, Natur und Kultur, den vorgeschichtlichen Menschen, die Anfänge der Arbeitsteilung, die Anfänge der Rassenbildung, ferner die Anfänge der wirtschaftlichen, intellektuellen, moralischen und sozialen Kultur.

Kunst. Bau und Leben der bildenden Kunst. Von Direktor Dr. Theodor Volbehr. Mit 44 Abbildungen.

Führt von einem neuen Standpunkte aus in das Verständnis des Wesens der bildenden Kunst ein, erörtert die Grundlagen der menschlichen Gestaltungskraft und zeigt, wie das künstlerische Interesse sich allmählich weitere und immer weitere Stoffgebiete erobert.

——— Kunstpflege in Haus und Heimat. Von Superintendent R. Bürkner. Mit 14 Abbildungen.

Das Büchlein soll auf diesem großen Gebiete persönlichen und allgemeinen ästhetischen Lebens ein praktischer Ratgeber sein, der deutlich die Richtlinie zeigt, in der sich häusliches und heimatliches Dasein bewegen muß.

——— Die ostasiatische Kunst und ihre Einwirkung auf Europa. Von Direktor Dr. R. Graul. Mit zahlreichen Abbildungen.

Bringt die bedeutungsvolle Einwirkung der japanischen und chinesischen Kunst auf die europäische zur Darstellung unter Mitteilung eines reichen Bildermaterials.

Kunstgeschichte s. Baukunst; Dürer; Illustration; Schriftwesen.

Leibesübungen. Die Leibesübungen und ihre Bedeutung für die Gesundheit. Von Professor Dr. R. Zander. 2. Auflage. Mit 19 Abbildungen.

Will darüber aufklären, weshalb und unter welchen Umständen die Leibesübungen segensreich wirken, indem es ihr Wesen, andererseits die in Betracht kommenden Organe bespricht.

Licht (s. a. Beleuchtungswesen; Luft). Das Licht und die Farben. Sechs Vorlesungen, gehalten im Volkshochschulverein München von Professor Dr. L. Graetz. 2. Auflage. Mit 116 Abbildungen.

Führt, von den einfachsten optischen Erscheinungen ausgehend, zur tieferen Einsicht in die Natur des Lichtes und der Farben.

Literaturgeschichte s. Drama; Schiller; Theater; Volkslied.

Luft. Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus dem Gebiete der Experimental-Chemie. Von Professor Dr. R. Blochmann. 2. Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen im Text.

Führt unter besonderer Berücksichtigung der alltäglichen Erscheinungen des praktischen Lebens in das Verständnis der chemischen Erscheinungen ein.

Luther (s. a. Geschichte). Luther im Lichte der neueren Forschung. Ein kritischer Bericht. Von Professor Heinrich Boehmer.

Versucht durch sorgfältige historische Untersuchung eine erschöpfende Darstellung von Luthers Leben und Wirken zu geben, die Persönlichkeit des Reformators aus ihrer Zeit heraus zu erfassen, ihre Schwächen und Stärken beleuchtend zu einem wahrheitsgetreuen Bilde zu gelangen, und gibt so nicht nur ein psychologisches Porträt, sondern bietet zugleich ein interessantes Stück Kulturgeschichte.

Mädchenschule (s. a. Bildungswesen; Schulwesen). Die höhere Mädchenschule in Deutschland. Von Oberlehrerin M. Martin.

Bietet aus berufenster Feder eine Darstellung der Ziele, der historischen Entwicklung, der heutigen Gestalt und der Zukunftsaufgaben der höheren Mädchenschulen.

Medizin. Der Aberglaube in der Medizin und seine Gefahr für Gesundheit und Leben. Von Professor Dr. D. von Hansemann.

Behandelt alle menschlichen Verhältnisse, die in irgend einer Beziehung zu Leben und Gesundheit stehen, besonders mit Rücksicht auf viele schädliche Aberglauben, die geeignet sind, Krankheiten zu fördern, die Gesundheit herabzusetzen und auch in moralischer Beziehung zu schädigen.

Meeresforschung. Meeresforschung und Meeresleben. Von Dr. O. Janson. Mit 41 Figuren.

Schildert kurz und lebendig die Fortschritte der modernen Meeresuntersuchung auf geographischem, physikalisch-chemischem und biologischem Gebiete.

Mensch (s. a. Kultur). Der Mensch. Sechs Vorlesungen aus dem Gebiete der Anthropologie. Von Dr. Adolf Heilborn. Mit zahlreichen Abbildungen.

Stellt die Lehren der „Wissenschaft aller Wissenschaften" streng sachlich und doch durchaus volkstümlich dar: das Wissen vom Ursprung des Menschen, die Entwicklungsgeschichte des Individuums, die künstlerische Betrachtung der Proportionen des menschlichen Körpers und die streng wissenschaftlichen Meßmethoden (Schädelmessung usf.), behandelt ferner die Menschenrassen, die rassenanatomischen Verschiedenheiten, den Tertiärmenschen.

——— Bau und Tätigkeit des menschlichen Körpers. Von Privatdozent Dr. H. Sachs. Mit 37 Abbildungen.

Lehrt die Einrichtung und Tätigkeit der einzelnen Organe des Körpers kennen und sie als Glieder eines einheitlichen Ganzen verstehen.

——— Die Seele des Menschen. Von Professor Dr. J. Rehmke. 2. Auflage.

Bringt das Seelenwesen und das Seelenleben in seinen Grundzügen und allgemeinen Gesetzen gemeinfaßlich zur Darstellung, um besonders ein Führer zur Seele der Kinder zu sein.

——— Die fünf Sinne des Menschen. Von Professor Dr. Jos. Clem. Kreibig. Mit 30 Abbildungen im Text.

Beantwortet die Fragen über die Bedeutung, Anzahl, Benennung und Leistungen der Sinne in gemeinfaßlicher Weise.

——— **und Erde.** Mensch und Erde. Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von Professor Dr. A. Kirchhoff. 2. Auflage.

Zeigt, wie die Ländernatur auf den Menschen und seine Kultur einwirkt, durch Schilderungen allgemeiner und besonderer Art, über Steppen- und Wüstenvölker, über die Entstehung von Nationen, wie Deutschland und China u. a. m.

——— **und Tier.** Der Kampf zwischen Mensch und Tier. Von Professor Dr. Karl Eckstein. Mit 31 Abbildungen im Text.

Der hohe wirtschaftliche Bedeutung beanspruchende Kampf erfährt eine eingehende, ebenso interessante wie lehrreiche Darstellung.

Menschenleben. Aufgaben und Ziele des Menschenlebens. Von Dr. J. Unold. 2. Auflage.
Beantwortet die Frage: Gibt es keine bindenden Regeln des menschlichen Handelns? in zuversichtlich bejahender, zugleich wohl begründeter Weise.

Metalle. Die Metalle. Von Professor Dr. K. Scheid. Mit 16 Abbildungen.
Behandelt die für Kulturleben und Industrie wichtigen Metalle nach ihrem Wesen, ihrer Verbreitung und ihrer Gewinnung.

Mikroskop (s. a. Optik). Das Mikroskop, seine Optik, Geschichte und Anwendung, gemeinverständlich dargestellt. Von Dr. W. Scheffer. Mit 66 Abbildungen im Text und einer Tafel.
Will bei weiteren Kreisen Interesse und Verständnis für das Mikroskop erwecken durch eine Darstellung der optischen Konstruktion und Wirkung wie der historischen Entwicklung.

Moleküle. Moleküle — Atome — Weltäther. Von Professor Dr. G. Mie. Mit 27 Figuren im Text.
Stellt die physikalische Atomlehre als die kurze, logische Zusammenfassung einer großen Menge physikalischer Tatsachen unter einem Begriffe dar, die ausführlich und nach Möglichkeit als einzelne Experimente geschildert werden.

Mond. Der Mond. Von Professor Dr. J. Franz. Mit zahlreichen Abbildungen im Text.
Gibt die Ergebnisse der neueren Mondforschung wieder, erörtert die Mondbewegung und Mondbahn, bespricht den Einfluß des Mondes auf die Erde und behandelt die Fragen der Oberflächenbedingungen des Mondes und die charakteristischen Mondgebilde anschaulich zusammengefaßt in „Beobachtungen eines Mondbewohners", endlich die Bewohnbarkeit des Mondes.

Mozart s. Musik.

Münze. Die Münze als historisches Denkmal sowie ihre Bedeutung im Rechts- und Wirtschaftsleben. Mit 53 Abbildungen im Text. Von Dr. A. Luschin v. Ebengreuth.
Zeigt, wie Münzen als geschichtliche Überbleibsel der Vergangenheit zur Aufhellung der wirtschaftlichen Zustände und der Rechtseinrichtungen früherer Zeiten dienen, die verschiedenen Arten von Münzen, ihre äußeren und inneren Merkmale sowie ihre Herstellung werden in historischer Entwicklung dargelegt und im Anschluß daran Münzsammlern beherzigenswerte Winke gegeben.

Musik. Einführung in das Wesen der Musik. Von Professor C. R. Hennig.
Die hier gegebene Ästhetik der Tonkunst untersucht das Wesen des Tones als eines Kunstmaterials; sie prüft die Natur der Darstellungsmittel und untersucht die Objekte der Darstellung, indem sie klarlegt, welche Ideen im musikalischen Kunstwerke gemäß der Natur des Tonmateriales und der Darstellungsmittel in idealer Gestaltung zur Darstellung gebracht werden können.

—— Haydn, Mozart, Beethoven. Mit vier Bildnissen auf Tafeln. Von Professor Dr. C. Krebs.
Eine Darstellung des Entwicklungsganges und der Bedeutung eines jeden der drei großen Komponisten für die Musikgeschichte. Sie gibt mit wenigen, aber scharfen Strichen ein Bild der menschlichen Persönlichkeit und des künstlerischen Wesens der drei Heroen mit Hervorhebung dessen, was ein jeder aus seiner Zeit geschöpft und was er aus eignem hinzugebracht hat.

Muttersprache. Entstehung und Entwicklung unserer Muttersprache. Von Professor Dr. Wilhelm Uhl.
Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der sprachlich-wissenschaftlich lautphysiologischen wie der philologisch-germanistischen Forschung, die Ursprung und Organ, Bau und Bildung, andererseits die Hauptperioden der Entwicklung unserer Muttersprache zur Darstellung bringt.

Mythologie s. Germanen.

Nahrungsmittel s. Alkoholismus; Chemie; Ernährung.

Nationalökonomie s. Arbeiterschutz; Bevölkerungslehre; Soziale Bewegungen; Frauenbewegung; Welthandel; Wirtschaftsleben.

Naturlehre. Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre. Von Professor Dr. Felix Auerbach. 2. Auflage. Mit 79 Figuren im Text.

Eine zusammenhängende, für jeden Gebildeten verständliche Entwicklung der Begriffe, die in der modernen Naturlehre eine allgemeine und exakte Rolle spielen.

Naturwissenschaften s. Abstammungslehre; Ameisen; Astronomie; Befruchtungsvorgang; Chemie; Erde; Licht; Luft; Meeresforschung; Mensch; Moleküle; Naturlehre; Obstbau; Pflanzen; Strahlen; Tierleben; Weltall; Wetter.

Nervensystem. Vom Nervensystem, seinem Bau und seiner Bedeutung für Leib und Seele im gesunden und kranken Zustande. Von Professor Dr. R. Zander. Mit 27 Figuren im Text.

Die Bedeutung der nervösen Vorgänge für den Körper, die Geistestätigkeit und das Seelenleben wird auf breiter wissenschaftlicher Unterlage allgemeinverständlich dargestellt.

Obstbau. Der Obstbau. Von Dr. Ernst Voges. Mit 13 Abbildungen im Text.

Will über die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen des Obstbaues, sowie seine Naturgeschichte und große volkswirtschaftliche Bedeutung unterrichten. Die Geschichte des Obstbaues, das Leben des Obstbaumes, Obstbaumpflege und Obstbaumschutz, die wissenschaftliche Obstkunde, die Ästhetik des Obstbaues gelangen zur Behandlung.

Optik. Die optischen Instrumente. Von Dr. M. von Rohr. Mit 84 Abbildungen im Text.

Gibt eine elementare Darstellung der optischen Instrumente nach modernen Anschauungen, wobei weder das Ultramikroskop noch die neuen Apparate zur Mikrophotographie mit ultraviolettem Licht (Monochromate), weder die Prismen- noch die Zielfernrohre, weder die Projektionsapparate noch die stereoskopischen Entfernungsmesser und der Stereokomparator fehlen.

Ostasien s. Kunst.

Pädagogik (s. a. Bildungswesen; Fröbel; Hilfsschulwesen; Mädchenschule; Schulwesen). Allgemeine Pädagogik. Von Professor Dr. Theobald Ziegler. 2. Auflage.

Behandelt die großen Fragen der Volkserziehung in praktischer, allgemeinverständlicher Weise und in sittlich-sozialem Geiste.

Palästina. Palästina und seine Geschichte. Sechs Vorträge von Professor Dr. H. Freiherr von Soden. 2. Auflage. Mit 2 Karten und 1 Plan von Jerusalem und 6 Ansichten des heiligen Landes.

Ein Bild, nicht nur des Landes selbst, sondern auch alles dessen, was aus ihm hervor- oder über es hingegangen ist im Laufe der Jahrhunderte.

Pflanzen (s. a. Obstbau; Tierleben). Unsere wichtigsten Kulturpflanzen. Von Professor Dr. K. Giesenhagen. Mit 40 Figuren im Text.

Behandelt die Getreidepflanzen und ihren Anbau nach botanischen wie kulturgeschichtlichen Gesichtspunkten, damit zugleich in anschaulichster Form allgemeine botanische Kenntnisse vermittelnd.

——— Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen. Von Privatdozent Dr. Ernst Küster. Mit 38 Abbildungen im Text.

Gibt eine kurze Übersicht über die wichtigsten Formen der vegetativen Vermehrung und beschäftigt sich eingehend mit der Sexualität der Pflanzen, deren überraschend vielfachen und mannigfaltigen Äußerungen, ihre große Verbreitung im Pflanzenreich und ihre in allen Einzelheiten erkennbare Übereinstimmung mit der Sexualität der Tiere zur Darstellung gelangen.

Philosophie (s. a. Menschenleben; Schopenhauer; Weltanschauung). Die Philosophie der Gegenwart in Deutschland. Eine Charakteristik ihrer Hauptrichtungen. Von Professor Dr. O. Külpe. 3. Auflage.

Schildert die vier Hauptrichtungen der deutschen Philosophie der Gegenwart, den Positivismus, Materialismus, Naturalismus und Idealismus.

Physik s. Licht; Mikroskop; Moleküle; Naturlehre; Optik; Strahlen.

Polarforschung. Die Polarforschung. Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- und Südpol von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Von Professor Dr. Kurt Hassert. Mit 6 Karten auf 2 Tafeln.

Faßt die Hauptfortschritte und Ergebnisse der Jahrhunderte alten, an tragischen und interessanten Momenten überreichen Entdeckungstätigkeit zusammen.

Psychologie s. Mensch; Nervensystem; Seele.

Religionsgeschichte (s. a. Buddha; Christentum; Germanen; Jesuiten; Jesus; Luther). Die Grundzüge der israelitischen Religionsgeschichte. Von Professor Dr. Fr. Giesebrecht.

Schildert, wie Israels Religion entsteht, wie sie die nationale Schale sprengt, um in den Propheten die Ansätze einer Menschheitsreligion auszubilden, wie auch diese neue Religion sich verpuppt in die Formen eines Priesterstaats.

Religiöse Strömungen. Die religiösen Strömungen der Gegenwart von Superintendent D. A. H. Braasch.

Will die gegenwärtige religiöse Lage nach ihren bedeutsamen Seiten hin darlegen, ihr geschichtliches Verständnis vermitteln und einen jeden in den Stand setzen, selbst bestimmte Stellung zur künftigen Entwicklung zu nehmen.

Rom. Die ständischen und sozialen Kämpfe in der römischen Republik. Von Privatdozent Dr. Leo Bloch.

Behandelt die Sozialgeschichte Roms, soweit sie mit Rücksicht auf die die Gegenwart bewegenden Fragen von allgemeinem Interesse ist.

Schiller. Von Professor Dr. Th. Ziegler. Mit dem Bildnis Schillers von Kügelgen in Heliogravüre.

Gedacht als eine Einführung in das Verständnis von Schillers Werdegang und Werken, behandelt das Büchlein vor allem die Dramen Schillers und sein Leben, ebenso aber auch einzelne seiner lyrischen Gedichte und die historischen und die philosophischen Studien als ein wichtiges Glied in der Kette seiner Entwicklung.

Schopenhauer. Seine Persönlichkeit, seine Lehre, seine Bedeutung. Sechs Vorträge von Oberlehrer H. Richert. Mit dem Bildnis Schopenhauers.

Unterrichtet über Schopenhauer in seinem Werden, seinen Werken und seinem Fortwirken, in seiner historischen Bedingtheit und seiner bleibenden Bedeutung, indem es eine gründliche Einführung in die Schriften Schopenhauers und zugleich einen zusammenfassenden Überblick über das Ganze seines philosophischen Systems gibt.

Schriftwesen. Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit. Von Professor Dr. O. Weise. 2. Auflage. Mit 37 Abbildungen.

Verfolgt durch mehr als vier Jahrtausende Schrift-, Brief- und Zeitungswesen, Buchhandel und Bibliotheken.

Schulhygiene. Von Privatdozent Dr. Leo Burgerstein.

Bietet eine auf den Forschungen und Erfahrungen in den verschiedensten Kulturländern beruhende Darstellung, die ebenso die Hygiene des Unterrichts und Schullebens wie jene des Hauses, die im Zusammenhang mit der Schule stehenden modernen materiellen Wohlfahrtseinrichtungen, endlich die hygienische Unterweisung der Jugend, die Hygiene des Lehrers und die Schularztfrage behandelt.

Schulwesen (s. a. Bildungswesen; Fröbel; Hilfsschulwesen; Mädchenschule; Pädagogik). Geschichte des deutschen Schulwesens. Von Oberrealschuldirektor Dr. K. Knabe.

Stellt die Entwicklung des deutschen Schulwesens in seinen Hauptperioden dar und bringt so Anfänge des deutschen Schulwesens, Scholastik, Humanismus, Reformation, Gegenreformation, neue Bildungsziele, Pietismus, Philanthropismus, Aufklärung, Neuhumanismus, Prinzip der allseitigen Ausbildung vermittels einer Anstalt, Teilung der Arbeit und den nationalen Humanismus der Gegenwart zur Darstellung.

——— Schulkämpfe der Gegenwart. Vorträge zum Kampf um die Volksschule in Preußen, gehalten in der Humboldt-Akademie in Berlin. Von J. Tews.

Knapp und doch umfassend stellt der Verfasser die Probleme dar, um die es sich bei der Reorganisation der Volksschule handelt, deren Stellung zu Staat und Kirche, deren Abhängigkeit von Zeitgeist und Zeitbedürfnissen, deren Wichtigkeit für die Herausgestaltung einer volksfreundlichen Gesamtkultur scharf beleuchtet werden.

Seekrieg s. Kriegswesen.

Sinnesleben s. Mensch.

Soziale Bewegungen (s. a. Arbeiterschutz; Frauenbewegung). Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von Professor Dr. G. Maier. 2. Auflage.

Will auf historischem Wege in die Wirtschaftslehre einführen, den Sinn für soziale Fragen wecken und klären.

Sprache s. Muttersprache.

Städtewesen. Deutsche Städte und Bürger im Mittelalter. Von Oberlehrer Dr. B. Heil. Mit zahlreichen Abbildungen.

Stellt die geschichtliche Entwicklung dar, schildert die wirtschaftlichen, sozialen und staatsrechtlichen Verhältnisse und gibt ein zusammenfassendes Bild von der äußeren Erscheinung und dem inneren Leben der deutschen Städte.

Strahlen (s. a. Licht). Sichtbare und unsichtbare Strahlen. Mit 82 Abbildungen. Von Professor Dr. R. Börnstein und Professor Dr. W. Marckwald.

Schildert die verschiedenen Arten der Strahlen, darunter die Kathoden- und Röntgenstrahlen, die Hertzschen Wellen, die Strahlungen der radioaktiven Körper (Uran und Radium) nach ihrer Entstehung und Wirkungsweise, unter Darstellung der charakteristischen Vorgänge der Strahlung.

Technik (s. a. Beleuchtungswesen; Dampf; Eisenbahnen; Eisenhüttenwesen; Ingenieurtechnik; Metalle; Mikroskop; Wärmekraftmaschinen). Am sausenden Webstuhl der Zeit. Übersicht über die Wirkungen der Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik auf das gesamte Kulturleben. Von Geh. Regierungsrat Professor Dr. W. Launhardt. 2. Auflage. Mit 16 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln.

Ein geistreicher Rückblick auf die Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik, der die Weltwunder unserer Zeit verdankt werden.

Theater (s. a. Drama). Das Theater. Sein Wesen, seine Geschichte, seine Meister. Von Privatdozent Dr. K. Borinski. Mit 8 Bildnissen.

Läßt bei der Vorführung der dramatischen Gattungen die dramatischen Meister der Völker und Zeiten tunlichst selbst reden.

Theologie s. Christentum; Jesuiten; Jesus; Palästina; Religionsgeschichte; Religiöse Strömungen.

Tierleben (s. Ameise; Mensch und Tier). Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt. Von Professor Dr. K. Kraepelin.

Stellt in großen Zügen eine Fülle wechselseitiger Beziehungen der Organismen zueinander dar. Familienleben und Staatenbildung der Tiere, wie die interessanten Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander werden geschildert.

Tuberkulose. Die Tuberkulose, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Ursache, Verhütung und Heilung. Für die Gebildeten aller Stände gemeinfaßlich dargestellt von Oberstabsarzt Dr. Schumburg. Mit einer Tafel und 8 Figuren im Text.

Verbreitet sich über das Wesen und die Ursache der Tuberkulose und entwickelt daraus die Lehre von der Bekämpfung derselben.

Turnen s. Leibesübungen.

Verfassung (s. a. Fürstentum). Grundzüge der Verfassung des Deutschen Reiches. Sechs Vorträge von Professor Dr. E. Loening.

Beabsichtigt in gemeinverständlicher Sprache in das Verfassungsrecht des Deutschen Reiches einzuführen, soweit dies für jeden Deutschen erforderlich ist.

Verkehrsentwicklung (s. a. Eisenbahnen; Technik). Verkehrsentwicklung in Deutschland. 1800—1900. Vorträge über Deutschlands Eisenbahnen und Binnenwasserstraßen, ihre Entwicklung und Verwaltung, sowie ihre Bedeutung für die heutige Volkswirtschaft von Professor Dr. Walter Lotz.

Erörtert nach einer Geschichte des Eisenbahnwesens insbesondere Tarifwesen, Binnenwasserstraßen und Wirkungen der modernen Verkehrsmittel.

Versicherung (s. a. Arbeiterschutz). Grundzüge des Versicherungswesens. Von Dr. A. Manes.

Behandelt sowohl die Stellung der Versicherung im Wirtschaftsleben, die Entwicklung der Versicherung, die Organisation ihrer Unternehmungsformen, den Geschäftsgang eines Versicherungsbetriebs, die Versicherungspolitik, das Versicherungsvertragsrecht und die Versicherungswissenschaft, als die einzelnen Zweige der Versicherung, wie Lebensversicherung, Unfallversicherung, Haftpflichtversicherung, Transportversicherung, Feuerversicherung, Hagelversicherung, Viehversicherung, kleinere Versicherungszweige, Rückversicherung.

Volkslied. Das deutsche Volkslied. Über Wesen und Werden des deutschen Volksgesanges. Von Privatdozent Dr. J. W. Bruinier. 2. Auflage.

Handelt in schwungvoller Darstellung vom Wesen und Werden des deutschen Volksgesanges.

Volksstämme. Die deutschen Volksstämme und Landschaften. Von Professor Dr. O. Weise. 2. Auflage. Mit 29 Abbildungen im Text und auf Tafeln.

Schildert, durch eine gute Auswahl von Städte-, Landschafts- und anderen Bildern unterstützt, die Eigenart der deutschen Gaue und Stämme.

Volkswirtschaftslehre s. Arbeiterschutz; Bevölkerungslehre; Frauenbewegung; Japan; Soziale Bewegungen; Verkehrsentwicklung; Versicherung; Wirtschaftsleben.

Wärme s. Luft.

Wärmekraftmaschinen (s. a. Dampf). Einführung in die Theorie und den Bau der neueren Wärmekraftmaschinen (Gasmaschinen). Von Professor Dr. Richard Vater. 2. Auflage. Mit 34 Abbildungen.

Will durch eine allgemein bildende Darstellung Interesse und Verständnis für die immer wichtiger werdenden Gas-, Petroleum- und Benzinmaschinen erwecken.

Wärmekraftmaschinen. Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen. Von Professor Dr. Richard Vater. Mit 48 Abbildungen.

Ohne den Streit, ob „Lokomobile oder Sauggasmaschine“, „Dampfturbine oder Großgasmaschine“, entscheiden zu wollen, behandelt Verfasser die einzelnen Maschinengattungen mit Rücksicht auf ihre Vorteile und Nachteile, wobei im zweiten Teil der Versuch unternommen ist, eine möglichst einfache und leichtverständliche Einführung in die Theorie und den Bau der Dampfturbine zu geben.

Wasser s. Luft.

Weltall (s. a. Astronomie). Der Bau des Weltalls. Von Professor Dr. J. Scheiner. 2. Auflage. Mit 24 Figuren im Text und auf einer Tafel.

Will in das Hauptproblem der Astronomie, die Erkenntnis des Weltalls, einführen.

Weltanschauung (s. a. Philosophie). Die Weltanschauungen der großen Philosophen der Neuzeit. Von Professor Dr. L. Busse. 2. Auflage.

Will mit den bedeutendsten Erscheinungen der neueren Philosophie bekannt machen; die Beschränkung auf die Darstellung der großen klassischen Systeme ermöglicht es, die beherrschenden und charakteristischen Grundgedanken eines jeden scharf herauszuarbeiten und so ein möglichst klares Gesamtbild der in ihm enthaltenen Weltanschauung zu entwerfen.

Weltäther s. Moleküle.

Welthandel. Geschichte des Welthandels. Von Oberlehrer Dr. Max Georg Schmidt.

Eine zusammenfassende Übersicht der Entwickelung des Handels führt von dem Altertum an über das Mittelalter, in dem Konstantinopel, seit den Kreuzzügen Italien und Deutschland den Weltverkehr beherrschen, zur Neuzeit, die mit der Auffindung des Seewegs nach Indien und der Entdeckung Amerikas beginnt und bis zur Gegenwart, in der auch der deutsche Kaufmann nach dem alten Hansawort „Mein Feld ist die Welt" den ganzen Erdball erobert.

Wetter. Wind und Wetter. Fünf Vorträge über die Grundlagen und wichtigeren Aufgaben der Meteorologie. Von Professor Dr. Leonh. Weber. Mit 27 Figuren im Text und 3 Tafeln.

Schildert die historischen Wurzeln der Meteorologie, ihre physikalischen Grundlagen und ihre Bedeutung im gesamten Gebiete des Wissens, erörtert die hauptsächlichsten Aufgaben, die dem ausübenden Meteorologen obliegen, wie die praktische Anwendung in der Wettervorhersage.

Wirtschaftsgeschichte s. Eisenbahnen; Handwerk; Japan; Rom; Soziale Bewegungen; Verkehrsentwicklung; Wirtschaftsleben.

Wirtschaftsleben. Die Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im 19. Jahrhundert. Von Professor Dr. L. Pohle.

Gibt in gedrängter Form einen Überblick über die gewaltige Umwälzung, die die deutsche Volkswirtschaft im letzten Jahrhundert durchgemacht hat.

——— Deutsches Wirtschaftsleben. Auf geographischer Grundlage geschildert von Professor Dr. Christian Gruber. Mit 4 Karten.

Beabsichtigt, ein gründliches Verständnis für den sieghaften Aufschwung unseres wirtschaftlichen Lebens seit der Wiederaufrichtung des Reichs herbeizuführen.

Zoologie s. Ameisen; Tierleben.

Im Tag 1904, Nr. 177, wird geschrieben:

„Statt dickleibige Handbücher zu studieren, statt in einem Dutzend von Bänden einer Enzyklopädie umherzusuchen, kann der Wissensdurstige mit Hilfe der zierlichen Bändchen der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt" sich schnell und gründlich über eine große Anzahl von wissenschaftlichen Gebieten Auskunft holen. Fast ausnahmslos ist die Darstellung trotz ihrer Gemeinverständlichkeit so wissenschaftlich und erschöpfend, daß auch der wissenschaftlich Gebildete zu seiner Orientierung auf ihm fremden Gebieten getrost zu diesen Büchlein greifen darf. . . . Daß die Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt" einem Bedürfnis entspricht, beweist schon der äußere Erfolg, den sie gehabt. Von mehreren Bändchen mußten schon Neuauflagen veranstaltet werden. Die Sammlung verdankt ihr Gedeihen neben dem inneren Werte des Gebotenen der Billigkeit und gediegenen Ausstattung. . . . Das Papier ist gut, der Druck groß und klar. Gute Abbildungen und Karten sind zur Erläuterung des Textes allen jenen Darstellungen beigegeben, wo im mündlichen Vortrage Anschauungsmittel verwendet waren. Ein besonderer Vorzug ist es, daß jedes Bändchen in sich abgeschlossen und einzeln käuflich ist."